This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

N: 4046.

QE
363
.L67
1887

Das Mineralreich.

Bearbeitet

von

Dr. Otto Wünsche,
Oberlehrer am Gymnasium zu Zwickau.

Fünfte gänzlich umgearbeitete Auflage

des fünften Bandes

der gemeinnützigen Naturgeschichte von Prof. **Dr. H. O. Lenz.**

Mit 16 Tafeln Abbildungen.

Gotha.
Verlag von E. F. Thienemanns Hofbuchhandlung.
1887.

Aus
PAUL ROCH'S
Buchhandl.

Notiz für den Buchbinder.

Der erste Teil (Norm: „Lenz' Naturgesch. Bd. V, 1. 5. Aufl.") besteht aus den Bogen *.1—13.
Der zweite Teil (Norm: „Lenz' Naturgesch. Bd. V, 5. Aufl.") besteht aus den Bogen *.1—22.

Das

Mineralreich

bearbeitet

von

Dr. Otto Wünsche,
Oberlehrer am Gymnasium zu Zwickau.

Fünfte gänzlich umgearbeitete Auflage

des fünften Bandes

der gemeinnützigen Naturgeschichte von Prof. **Dr. H. O. Lenz.**

Erster Teil: Allgemeine Mineralogie.

Gotha.
Verlag von E. F. Thienemanns Hofbuchhandlung.
1887.

Lib. Comm.
Graz
2-29-28
16171

Vorwort.

Bei der Neubearbeitung des fünften Bandes der „Gemeinnützigen Naturgeschichte" von H. O. Lenz, welche die Verlagsbuchhandlung mir übertragen hat, bin ich bemüht gewesen, der ursprünglichen Bestimmung des Buches, nach welcher dasselbe ein „belehrendes Nachschlagebuch in Haus und Familie" sein soll, Rechnung zu tragen. Zugleich habe ich aber auch den Zweck verfolgt, ein Buch zu schaffen, das geeignet sei, Schüler und Anfänger für das Studium der Mineralogie zu gewinnen und für den Gebrauch der mineralogischen Lehrbücher von Naumann-Zirkel, G. Tschermak und M. Bauer vorzubereiten. Es ist daher mein Bestreben gewesen, neben den morphologischen, physikalischen und chemischen Eigenschaften der Mineralien das Vorkommen derselben, ihre Bildung und Umwandelung, ihre Anwendung und Verarbeitung, ihre Bedeutung im Haushalte der Natur nach Möglichkeit hervorzuheben.

3-10-37

Außer den oben angeführten Werken habe ich hauptsächlich noch v. Kobell, Die Mineralogie, und Senft, Synopsis der Mineralogie, benutzt.

Möge das kleine Werk eine wohlwollende Beurteilung finden; möge ihm aber auch diejenige Berücksichtigung zuteil werden, welche sich in freundlicher Bezeichnung der gewiß nicht fehlenden Mängel und Lücken zu erkennen giebt.

Zwickau, im März 1887.

Otto Wünsche.

Inhaltsübersicht.

Das Mineralreich. (S. 1 und 2.)

A. Allgemeine Mineralogie. (S. 3.)

Seite

I. Morphologische Eigenschaften 4
1. Entstehung der Krystalle 5
2. Allgemeine Eigenschaften der Krystalle 8
3. Die Krystallsysteme 17
4. Beschaffenheit und Ausbildung der Krystalle 65
5. Einschlüsse in Krystallen 71
6. Verwachsung der Krystalle 75
7. Formen der krystallinischen Mineralien 80
8. Formen der amorphen Mineralien 83
9. Afterkrystalle oder Pseudomorphosen 84
10. Versteinerungen oder Petrefakten 87

II. Physikalische Eigenschaften 89
1. Spaltbarkeit und Bruch 89
2. Härte und Haltbarkeit 93
3. Eigengewicht oder spezifisches Gewicht 98
4. Durchsichtigkeit und Glanz 101
5. Farbe und Strich 104
6. Strahlenbrechung und Polarisation 107
7. Phosphorescenz und Fluorescenz 112
8. Verhalten gegen die Wärme 114
9. Elektrische oder magnetische Eigenschaften 119
10. Verhalten gegen Geruch, Geschmack und Gefühl 123

III. Chemische Eigenschaften 124
1. Chemische Zusammensetzung der Mineralien 125
2. Prüfung der Mineralien auf trockenem Wege 150
3. Prüfung der Mineralien auf nassem Wege 157

IV. Vorkommen der Mineralien 158

V. Entstehung und Umwandelung der Mineralien 166

VI. Einteilung und Benennung der Mineralien 180

VII. Sammeln und Aufbewahren der Mineralien 186

VIII. Die Schmucksteine 191

Das Mineralreich.

Das Mineralreich umfaßt die Gesamtheit der Mineralien. Die Naturgeschichte des Mineralreichs oder die Wissenschaft von den Mineralien heißt Mineralogie. Die Mineralien werden im Gegensatz zu den Pflanzen und Tieren als leblose oder unorganische Naturkörper bezeichnet, weil sie kein Leben haben und daher auch keinerlei Werkzeuge oder Organe für die verschiedenen Lebensverrichtungen besitzen. Während die Pflanzen und Tiere von Wesen gleicher Art abstammen, Nahrung aufnehmen, dieselbe in Bestandteile ihres Leibes umwandeln und dadurch sich vergrößern oder wachsen, entstehen die Mineralien durch Anhäufung gleichartiger Teilchen von außen her, und zwar überall da, wo sich unter günstigen Umständen ihre Bestandteile zusammenfinden. Da die Mineralien kein Leben haben, so sterben sie auch nicht, wie die Pflanzen und Tiere, sondern sie verharren in ihrem ursprünglichen Zustande, bis sie durch äußere Einflüsse verändert und zerstört werden (verwittern). Linné unterschied die Mineralien von den Pflanzen und Tieren, indem er sagte: die Tiere wachsen, leben und empfinden; die Pflanzen wachsen und leben; die Mineralien wachsen nur.

Die Mineralien bilden in der Hauptsache die äußere Kruste unserer Erde (die feste Erdrinde) und sind der Mehrzahl nach starr oder fest; nur wenige sind flüssig, wie das Quecksilber, das Erdöl oder Petroleum. Genau genommen gehört auch das Wasser (Eis, Schnee) in das Mineralreich, obwohl es dem gewöhnlichen Sprachgebrauche widerstrebt, dasselbe als Mineral zu bezeichnen. Doch pflegt man von jeher einige im Schoße der Erde begrabene Massen (Steinkohle, Braunkohle, Bernstein) trotz ihres pflanzlichen Ursprungs zu den Mineralien zu zählen. Auch die auf die

Inhaltsübersicht.

Das Mineralreich. (S. 1 und 2.)

A. Allgemeine Mineralogie. (S. 3.)

Seite

I. Morphologische Eigenschaften 4
1. Entstehung der Kristalle 5
2. Allgemeine Eigenschaften der Kristalle 8
3. Die Kristallsysteme 17
4. Beschaffenheit und Ausbildung der Kristalle 65
5. Einschlüsse in Kristallen 71
6. Verwachsung der Kristalle 75
7. Formen der kristallinischen Mineralien 80
8. Formen der amorphen Mineralien 83
9. Afterkristalle oder Pseudomorphosen 84
10. Versteinerungen oder Petrefakten 87

II. Physikalische Eigenschaften 89
1. Spaltbarkeit und Bruch 89
2. Härte und Haltbarkeit 93
3. Eigengewicht oder spezifisches Gewicht 98
4. Durchsichtigkeit und Glanz 101
5. Farbe und Strich 104
6. Strahlenbrechung und Polarisation 107
7. Phosphorescenz und Fluorescenz 112
8. Verhalten gegen die Wärme 114
9. Elektrische oder magnetische Eigenschaften 119
10. Verhalten gegen Geruch, Geschmack und Gefühl 123

III. Chemische Eigenschaften 124
1. Chemische Zusammensetzung der Mineralien 125
2. Prüfung der Mineralien auf trockenem Wege 150
3. Prüfung der Mineralien auf nassem Wege 157

IV. Vorkommen der Mineralien 158

V. Entstehung und Umwandelung der Mineralien 166

VI. Einteilung und Benennung der Mineralien 180

VII. Sammeln und Aufbewahren der Mineralien 186

VIII. Die Schmucksteine 191

Das Mineralreich.

Das Mineralreich umfaßt die Gesamtheit der Mineralien. Die Naturgeschichte des Mineralreichs oder die Wissenschaft von den Mineralien heißt Mineralogie. Die Mineralien werden im Gegensatz zu den Pflanzen und Tieren als leblose oder unorganische Naturkörper bezeichnet, weil sie kein Leben haben und daher auch keinerlei Werkzeuge oder Organe für die verschiedenen Lebensverrichtungen besitzen. Während die Pflanzen und Tiere von Wesen gleicher Art abstammen, Nahrung aufnehmen, dieselbe in Bestandteile ihres Leibes umwandeln und dadurch sich vergrößern oder wachsen, entstehen die Mineralien durch Anhäufung gleichartiger Teilchen von außen her, und zwar überall da, wo sich unter günstigen Umständen ihre Bestandteile zusammenfinden. Da die Mineralien kein Leben haben, so sterben sie auch nicht, wie die Pflanzen und Tiere, sondern sie verharren in ihrem ursprünglichen Zustande, bis sie durch äußere Einflüsse verändert und zerstört werden (verwittern). Linné unterschied die Mineralien von den Pflanzen und Tieren, indem er sagte: die Tiere wachsen, leben und empfinden; die Pflanzen wachsen und leben; die Mineralien wachsen nur.

Die Mineralien bilden in der Hauptsache die äußere Kruste unserer Erde (die feste Erdrinde) und sind der Mehrzahl nach starr oder fest; nur wenige sind flüssig, wie das Quecksilber, das Erdöl oder Petroleum. Genau genommen gehört auch das Wasser (Eis, Schnee) in das Mineralreich, obwohl es dem gewöhnlichen Sprachgebrauche widerstrebt, dasselbe als Mineral zu bezeichnen. Doch pflegt man von jeher einige im Schoße der Erde begrabene Massen (Steinkohle, Braunkohle, Bernstein) trotz ihres pflanzlichen Ursprungs zu den Mineralien zu zählen. Auch die auf die

Erde herabgefallenen Meteoriten rechnet man zu den Mineralien. Dagegen werden alle luftförmigen Körper, welche der Atmosphäre angehören, alle diejenigen unorganischen Körper, welche von Pflanzen und Tieren herrühren (Knochen, Muschelschalen, Gallensteine u. dgl.) oder unter der Mitwirkung menschlicher Willkür entstanden sind, wie viele von Chemikern künstlich hergestellte Stoffe, von dem Mineralreich ausgeschlossen.

Diejenigen Mineralien, welche in großen Massen auftreten (wesentlichen Anteil an der Zusammensetzung der festen Erdrinde haben), werden als *Gesteine* (Felsarten, Gebirgsarten) bezeichnet, und zwar als *einfache* Gesteine. Die meisten Gesteine bestehen jedoch aus zwei oder mehreren Mineralien, sind also Mineralgemenge und daher nicht Gegenstand der Mineralogie im engeren Sinne, sondern Gegenstand der *Geologie*, der Wissenschaft, die sich mit dem Baue, der Zusammensetzung und der Bildung der Erde beschäftigt.

Mineralogie.

A. Allgemeine Mineralogie.

Betrachtung der Mineralien im allgemeinen.

Wie die Tiere und Pflanzen auf Grund gewisser Merkmale erkannt, unterschieden und eingeteilt werden, so bedarf man auch zur Erkennung (Bestimmung), zur Unterscheidung und Einteilung der Mineralien bestimmter Merkmale. Diese Merkmale oder Kennzeichen bieten vorzugsweise die verschiedenen Eigenschaften der Mineralien dar, und wer daher die Mineralien kennen lernen will, der muß sich zunächst mit den Eigenschaften derselben vertraut machen.

Die Eigenschaften der Mineralien werden herkömmlicherweise in drei Gruppen, in morphologische, physikalische und chemische Eigenschaften unterschieden. Die morphologischen Eigenschaften beziehen sich auf die Gestalt der Mineralien (so weit diese keine zufällige, wie etwa die kugelige oder ellipsoidische Gestalt eines Rheinkiesels, sondern eine eigentümliche, ursprüngliche ist), die physikalischen und chemischen Eigenschaften auf die Masse derselben. Die physikalischen Eigenschaften unterscheiden sich aber dadurch von den chemischen, daß sie (wie Farbe, Glanz, Durchsichtigkeit) entweder unmittelbar oder (wie Härte, Bruch, Spaltbarkeit) bei einer bloßen äußerlichen (mechanischen) Veränderung der Mineralien an denselben wahrgenommen werden, während die chemischen Eigenschaften erst bei einer wesentlichen Veränderung der Mineralien hervortreten.

I. Morphologische Eigenschaften.

Wenn man ein Stück gewöhnlichen Hutzucker genau betrachtet, so sieht man schon mit bloßem Auge, daß er aus kleinen Körnchen zusammengesetzt ist; nimmt man ein Vergrößerungsglas (Lupe) zuhilfe, so bemerkt man, daß viele der Körnchen glatte, glänzende, ebene Flächen von viereckiger, meist aber von unregelmäßiger Gestalt haben.

Verschafft man sich etwas Kandiszucker, wie er in jedem Kaufmannsladen zu haben ist, und wendet diesem einige Aufmerksamkeit zu, so wird man finden, daß derselbe aus ziemlich ansehnlichen, farblosen und durchsichtigen Gebilden besteht, die von lauter ebenen, glatten und glänzenden Flächen begrenzt sind. Diese zierlichen Gebilde, welche in Zuckerfabriken dadurch erhalten werden, daß man die Zuckerflüssigkeit in Gefäßen, welche von Zwirnsfäden durchzogen sind, längere Zeit ruhig stehen läßt, sind die Krystalle des Zuckers.

Wenn man ein nicht zu großes und dickes Stück Zucker mittels einer Zange (oder Pincette) in der Spiritusflamme schmilzt und die beim Schmelzen herabfallenden Tropfen in einem Löffel sammelt und erkalten läßt, so erhält man eine glasartige, bräunlich gefärbte, ziemlich harte Masse, welche im Innern ganz gleichförmig ist und gebrannter Zucker genannt wird.

Im Kandiszucker hat die Zuckermasse ihre gehörige Ausbildung erlangt, sie ist krystallisiert oder sie hat sich in Krystallen ausgeschieden, indem sich die einzelnen, dem Wasser beigemengten Zuckerteilchen bei der langsamen Verdunstung des Wassers geordnet an einander schlossen. Im Hutzucker ist die Zuckermasse aus lauter massenhaft zusammengedrängten Körnchen zusammengesetzt, die alle Krystalle hätten werden können, wenn sie sich gegenseitig nicht daran gehindert hätten; eine solche aus unvollkommenen Krystallen bestehende Masse nennt man krystallinisch. Dem gebrannten Zucker fehlt jede Anlage zur Krystallbildung gänzlich; er wird daher als amorph d. h. als gestaltlos bezeichnet.

Dieselben Formverschiedenheiten, die wir soeben am Zucker kennen gelernt haben, nehmen wir an den Mineralien wahr. Schon bei einer oberflächlichen Durchmusterung einer Mineraliensammlung fallen uns verschiedene Mineralien auf, die wenigstens teilweise in regelmäßigen, von ebenen Flächen begrenzten Gestalten oder in Krystallen auftreten, also krystallisiert sind, wie der Quarz, Kalkspat, Flußspat. Viele andere Mineralien erweisen sich, gleich dem Hutzucker, als Zusammenhäufungen von vielen kleinen Körnchen, wie der Marmor, oder als Haufwerke von Blättchen und Fasern, wie der Glimmer und Fasergips; sie sind nur

kryſtalliniſch, da die Körnchen, Faſern und Blättchen unvollkommen ausgebildete Kryſtalle darſtellen. Noch andere Mineralien zeigen keine Spur von Kryſtallbildung, ſondern gleichen dem gebrannten Zucker, indem ſie eine gleichförmige, meiſt auch glasartige Maſſe mit meiſt gerundeten Flächen bilden, wie der Opal, der Obſidian, der Pechſtein; ſie werden als amorph bezeichnet.

Die Mineralien kommen demnach hinſichtlich ihrer Geſtalt entweder kryſtalliſiert oder kryſtalliniſch oder amorph vor. Ein Mineral iſt kryſtalliſiert, wenn es in regelmäßigen, von ebenen Flächen begrenzten Körpern oder in Kryſtallen ausgebildet iſt; kryſtalliniſch, wenn es ein Haufwerk unausgebildeter Kryſtalle darſtellt; amorph oder geſtaltlos, wenn es keine Spur von Kryſtallbildung oder Kryſtalliſation, weder außen noch innen zeigt.

Wir wollen nun zuerſt die Kryſtalle etwas näher ins Auge faſſen, dieſe „lieblichen Kinder der Natur", wie man ſie genannt hat, „welche die erſte Stufe der wunderbaren Leiter bilden, die durch die Pflanzen und Tiere zum Menſchen, dem Herrn der Schöpfung, hinaufführt".

1. Entſtehung der Kryſtalle.

Man kann ſich eine Vorſtellung von dem äußeren Vorgang bei der Entſtehung der Kryſtalle machen, wenn man gewöhnliches Kochſalz in kaltem Waſſer auflöſt (etwa 3 Lot in einem halben Pfund kalten Waſſers) und die Löſung in einer flachen Schale (Untertaſſe) an einem mäßig warmen Ort verdunſten läßt. Nach einigen Tagen wird man auf dem Boden der Schale, nachdem alles Waſſer verdunſtet iſt, niedliche Steinſalzkryſtalle in Geſtalt von Würfeln finden. Ebenſo leicht kann man Alaun kryſtalliſieren laſſen. Zu dieſem Zwecke ſchüttet man ſo lange gepulverten Alaun in ein Gefäß mit heißem Waſſer, bis ſich nichts mehr vom Alaun auflöſt oder die Löſung, wie man ſich ausdrückt, geſättigt iſt. Nun gießt man die klare Löſung von dem noch ungelöſt gebliebenen Alaunpulver behutſam in eine Obertaſſe ab, ſtellt dieſe an einen kühlen Ort und bedeckt ſie mit einem Blättchen Papier, durch das man ein Holzſtäbchen geſtoßen und bis auf den Grund der Taſſe in die Flüſſigkeit eingetaucht hat. Sobald die Flüſſigkeit vollkommen erkaltet iſt — was ſchon in einigen Stunden der Fall ſein kann —, wird man an dem Holzſtäbchen etwa erbſengroße Alaunkryſtalle bemerken, welche die Geſtalt zierlicher Achtflächner (Taf. 1, Fig. 2) beſitzen. Wiederholt man dieſen Verſuch, ohne jedoch ein Holzſtäbchen in die Löſung zu tauchen, ſo wird man den Boden des Gefäßes mit einer Kruſte bedeckt finden,

welche aus lauter verwachsenen Kryſtallen beſteht, die nur in ihrem oberen Teile von ebenen Flächen begrenzt ſind. Verdampft man endlich das Waſſer der Löſung über einer Spirituslampe, ſo wird der ausgeſchiedene Alaun auf dem Boden des Gefäßes eine unregelmäßig aufgetriebene Maſſe bilden, welche gar keine Kryſtallbildung zeigt.

Wir erſehen aus dieſen Verſuchen, daß eine Mineralmaſſe kryſtalliſiert oder Kryſtalle bildet, wenn ſie ſich aus einer Auflöſung ausſcheidet, und zwar entweder, indem die Flüſſigkeit verdunſtet oder indem dieſelbe erkaltet. Ein Stoff, der, wie das Steinſalz, in kaltem und heißem Waſſer gleich leicht und in gleicher Menge löslich iſt, kann nur kryſtalliſieren, wenn das Waſſer verdunſtet. Löſt ſich dagegen ein Körper, wie der Alaun (der Salpeter, Eiſenvitriol) in heißem Waſſer leichter und in größerer Menge auf, ſo kryſtalliſiert derſelbe beim Erkalten des Waſſers teilweiſe heraus, während ein anderer Teil darin gelöſt bleibt (und eine im Verhältnis zur Temperatur geſättigte Löſung bildet). Ferner geht aus den Verſuchen hervor, daß die Kryſtalle ſich nur vollſtändig auszubilden vermögen, wenn die kleinſten Teilchen der Mineralmaſſe Raum und Zeit haben, ſich geordnet und in einer ihrer Natur entſprechenden Weiſe an einander anzuſetzen *). — Wenn man einige ausgebildete Kryſtalle in eine Auflöſung desſelben Stoffes bringt, aus welcher ſich noch feſte Teilchen ausſcheiden, ſo ſetzen ſich dieſelben lagenweiſe an die vorhandenen Kryſtalle an, und dieſe wachſen ſo durch Hinzufügung neuen Stoffes von außen her, während das Innere, ſchon Beſtehende unverändert bleibt. Oft ſind ſogar verſchiedene Stoffe, wenn ſie nur gleiche Kryſtallform und ähnliche (analoge) chemiſche Zuſammenſetzung haben, imſtande, ſich ſchichtenweiſe auf ein und demſelben Kryſtall abzulagern. Ein intereſſantes Beiſpiel dieſer Art bieten der von uns benutzte farbloſe Alaun und der ſchön dunkelviolette Chromalaun dar. Hängt man einen

*) Um ſich das Wachſen eines Kryſtalls zu veranſchaulichen, ſtelle man ſich einen Platz vor, der mit einer Menge von Soldaten erfüllt iſt, die ſich unregelmäßig durch einander bewegen; ſie ſtellen die kleinſten Maſſenteilchen eines Körpers (die Moleküle) vor. Nun würde aber den Soldaten plötzlich der Befehl gegeben, ſich dicht neben einander im Viereck aufzuſtellen. Ein Soldat bleibt ſtehen, die nächſten ſtellen ſich um ihn herum und immer andere folgen dieſem Beiſpiele und reihen ſich ſeitlich und parallel an die vorigen an. In kurzer Zeit würde ein kleines Rechteck oder ein Quadrat fertig ſein, nach etwas längerer Zeit ein größeres; dasſelbe würde einen fertigen Kryſtall vorſtellen. Das Bild iſt aber natürlich inſofern unvollkommen, als der Kryſtall nicht bloß nach zwei Richtungen, nicht bloß nach Länge und Breite, ſondern auch nach der Dicke, alſo nach drei Richtungen hin wächſt.

Krystall des letzteren, wie man ihn aus einer gesättigten, kalten Lösung erhält, an einem Haar oder einem feinen Draht in eine gesättigte Lösung von gewöhnlichem Alaun, so kann man über dem violetten Krystall eine farblose, durchsichtige Schicht von beliebiger Dicke herstellen, durch welche der Chromalaun hindurchschimmert.

Wenn man den Chromalaunkrystall nicht in die Lösung hängt, sondern nur legt, so muß man denselben nach Verlauf von je drei oder fünf Stunden wenden, so daß er nach und nach auf jede seiner acht Flächen zu liegen kommt, weil sich sonst der farblose Alaun nicht gleichmäßig auf dem Krystall absetzen kann.

Zuweilen entstehen auch Krystalle in Lösungen durch das Zusammentreffen von Stoffen, deren jeder für sich unter den gleichen Umständen keine Krystalle bildet. Eine ungesättigte Lösung von Bittersalz, welche mit einer ungesättigten Lösung von Chlorcalcium zusammentrifft, giebt Krystalle von Gips. In diesem Falle ist aber eine chemische Veränderung die Ursache der Krystallbildung, indem ein neuer Körper entsteht, welchen die Flüssigkeit nicht in solcher Menge aufgelöst zu erhalten vermag. Durch die letzte Art der Bildung lassen sich viele Krystalle darstellen, welche sonst nur als Minerale in den Spalten und Hohlräumen zu finden sind, wie z. B. Krystalle von Schwerspat, von Weißbleierz (Tschermak).

Aber nicht nur aus Auflösungen fester Körper gehen Krystalle hervor, sie entstehen auch, wenn ein geschmolzener, d. h. ein durch Hitze flüssig gewordener Körper durch Abkühlung allmählich wieder erstarrt. So kann man z. B. Schwefel leicht krystallisieren lassen, wenn man einige Lot in einem kleinen Töpfchen schmilzt und langsam erkalten läßt, bis die oberste Schicht erstarrt ist; durchstößt man nun diese Schicht mit einem spitzen Gegenstande und gießt den im Innern noch flüssigen Schwefel (in Wasser) aus, so wird man nach dem völligen Erkalten des zurückgebliebenen Schwefels den inneren Hohlraum mit zahlreichen feinen nadelförmigen Krystallen besetzt finden, wenn man das Töpfchen behutsam zerschlägt. Die Kruste dagegen zeigt nur krystallinische Ausbildung, weil infolge der unverhältnismäßig schnellen Abkühlung der heißen geschmolzenen Masse an der viel kälteren Luft und des dadurch hervorgerufenen gleichzeitigen Festwerdens vieler Schwefelteilchen Zeit und Raum zur Ausbildung deutlicher Krystalle fehlte. Auf gleiche Weise kann man auch manche Metalle, z. B. Blei und Antimon, krystallisieren lassen. Noch andere Körper krystallisieren, wenn sie aus dem luftförmigen Zustand in den festen oder starren übergehen. So geht Jod beim Erhitzen in einem sogenannten Probierglöschen (Probiercylinder) in einen schön vio-

letten Dampf über, der sich beim Erkalten an der Mündung des Gläschens in vollkommen ausgebildeten dunkelgrauen Krystallen absetzt, die wie polierter Stahl glänzen. Durch einen ganz ähnlichen Krystallisationsprozeß entstehen die im Winter an den Fenstern sich bildenden Eisblumen, die nichts weiter als gefrorner Wasserdunst sind; man bemerkt aber nur deshalb an ihnen keine glatten und ebenen Flächen, weil sie sich zu rasch gebildet haben und Millionen von Kryställchen sich so an einander drängten, daß keines sich frei entwickeln konnte. Ebenso sind die zierlichen Schneesternchen, die an ziemlich kalten Tagen aus der Luft fallen, Zusammenhäufungen von winzigen Eiskryställchen, welche durch Gefrieren des Wasserdampfes, aber nicht unter so ungünstigen Bedingungen entstanden sind, daß man an ihnen nicht gewisse regelmäßige Formen zu erkennen vermöchte.

2. Allgemeine Eigenschaften der Krystalle.

Wie jede Tier- und Pflanzenart eine bestimmte Gestalt hat, so besitzt auch jede Mineralart ihre bestimmte Krystallform, an welcher sie erkannt und von anderen Mineralien unterschieden werden kann. Der Alaun hat ebenso gut eine eigentümliche Gestalt als ein Sperling oder ein Veilchen, wenn er auch, unter dem Einfluß verschieden wirkender Kräfte während seiner Bildung stehend, diese Form nicht immer in gleicher Vollkommenheit entwickelt hat. Aber in welchem Teile der Welt sich auch Alaunkrystalle bilden mögen, im Grunde genommen werden sie immer durchaus gleichartig sein. Die Krystalle werden daher als die Einzelwesen (Individuen) im Mineralreich betrachtet, etwa in dem Sinne, wie einzelne Tiere und Pflanzen solche sind.

Zwischen den Krystallen und den Einzelwesen oder Individuen im Pflanzen- und Tierreich bestehen aber erhebliche Unterschiede. Während letztere selten eine ringsum freie und vollkommen selbständige Formenausbildung entbehren, sind vollständig und ringsum ausgebildete Krystalle im allgemeinen durchaus nicht häufig. Schon der Umstand, daß die Krystalle oft auf starrer Unterlage sitzend sich bildeten, hatte zur Folge, daß sie sich meistens nur nach einer Seite ausbilden konnten, und man ist daher genötigt, jene Seite, nach welcher das Wachstum durch die starre Unterlage gehemmt war, in der Vorstellung zu ergänzen, um das Bild des vollständigen Krystalls zu erhalten. Häufig entstand auch gleichzeitig eine so große Menge von Krystallen neben einander, daß sich diese gegenseitig in der freien Ausbildung ihrer Form hinderten. Vollständig und ringsum ausgebildete Krystalle haben sich nur schwebend bilden können, indem sie von einem beweglichen Stoffe getragen wurden,

wie die Schneekrystalle in der Luft, die Krystalle von Eisenkies in weichem Thon*). Kamen derartige Krystalle beim Fortwachsen zur gegenseitigen Berührung oder sanken sie zu Boden, so verloren auch sie ihre frühere Ausbildung meistens wieder. Sitzende (aufgewachsene) Krystalle sind daher in Spalten und Hohlräumen der Gesteine, schwebend gebildete mitten im Gestein eingeschlossen anzutreffen. — Ein anderer Unterschied liegt in der ganz unbestimmten Größe der Krystalle, während die Größe der Individuen derselben Art im Pflanzen- und Tierreich mehr an ein Normalmaß gebunden ist. Die Größe der Krystalle kann bei ein und demselben Mineral zwischen mikroskopischer Kleinheit und einer Größe von mehreren Metern wechseln. So fand man in der Schweiz Quarzkrystalle, die ein Gewicht von 7 bis 14 Zentnern besaßen, ja auf der Insel Madagaskar sollen Quarzkrystalle von 15 bis 20 Fuß im Umfang vorgekommen sein, und daneben erscheinen sie wieder so klein, daß man eines Mikroskops bedarf, um ihre Form zu erkennen. Nun giebt es zwar auch große und kleine Menschen, ja sehr große und sehr kleine, aber so klein sind sie doch niemals, daß man sie mit der Lupe suchen müßte, und auch nicht so groß, wie die Kirchtürme, oder daß einer ein Gewicht von 14 Zentnern hätte, während ein anderer nur einige Milligramm wöge. Allerdings kommen solche Krystalle, wie sie eben erwähnt wurden, nur bei sehr wenigen Mineralarten vor, nur bei denen, zu welchen der Stoff in großer Menge vorhanden war und den sich bildenden Krystallen reichlich zugeführt werden konnte. Im allgemeinen sind die ausgebildeten Krystalle nur von mäßiger Größe, viele sind klein oder sehr klein; auch pflegen die Krystalle um so weniger rein zu sein, je größer sie sind, und nicht selten sind größere Krystalle trübe und ganz undurchsichtig. So haben Smaragdkrystalle, wie sie für die Juweliere hinlänglich rein sind, selten die Länge und Breite von 2 bis 3 cm; klare, zu Schmucksteinen geeignete Granatkrystalle sind selten über 1 cm dick, während man trübe und unreine Krystalle bis zu 14 cm Durchmesser gefunden hat. — Ein weiterer Unterschied zwischen den Krystallen und den Individuen im Tier- und Pflanzenreich besteht darin, daß erstere von lauter ebenen Flächen begrenzt sind, während die Oberfläche der Tiere und Pflanzen eine gekrümmte, ihr Umriß ein krummliniger ist. Die Menschen sind bei dem Bau ihrer Häuser, bei Anfertigung von Kästen und Kisten und anderem, wobei ein Raum umschlossen wer-

*) Um schwebend gebildete Krystalle zu erhalten, muß man die Lösung mit einem gelatinösen Körper, z. B. mit Leim, so stark versetzen, daß die Krystalle darin nicht zu Boden sinken.

den soll, auch hauptsächlich auf ebene Flächen hingewiesen, weil z. B. eine Mauer mit ebenen Flächen, ein nicht gewölbtes Dach, ein ebenflächiges Denkmal leichter herzustellen sind, als mit gekrümmten Flächen. Die Krystalle werden daher vielfach Ähnlichkeit mit Häusern, Türmen, Kisten u. s. w. haben, und daß dies wirklich der Fall ist, lehrt ein Blick auf die Tafeln 9—16. Wenn die Baumeister Krystallographen wären, so könnten sie manche Krystallform für ihre Bauten benutzen; es kommen so mannigfaltige und so seltsame Krystallformen vor, daß der Erfindungsgeist reiche Unterstützung und Anregung fände.

Aber so groß auch die Ähnlichkeit sein mag, welche menschliche Bauwerke mit Krystallen haben, so besteht doch ein ganz wesentlicher Unterschied darin, daß die Menschen bei ihren Bauten immer mehr oder weniger willkürlich verfahren, während sich die Natur bei dem Bau der Krystalle nach ganz bestimmten Gesetzen richtet. Zunächst haben wir schon an den ebenen Flächen ein Naturgesetz für normal gebildete Krystalle; gehen wir jedoch in der Untersuchung derselben weiter, so finden wir bei ihnen bald eine Gleichheit von oben und unten, eine Wiederholung des Gegenüberliegenden, wie man sie bei keinem organischen Einzelwesen in diesem Grade beobachtet. Es ist also nicht wie bei Tieren und Pflanzen, wo sich Kopf und Füße, Krone und Wurzel gegenüber stehen, sondern wenn z. B. die Krystalle haus- oder turmähnliche Formen besitzen, so zeigt sich unten das Dach mit allen Flächen, wie wir es oben sehen, die Pyramide von oben wiederholt sich unten; das Gegenüberliegende zeigt sich also gleich gebildet, mit anderen Worten, für jede Fläche (und Kante) eines Krystalls ist eine parallele Fläche (und Kante) vorhanden, und die Krystalle sind daher von lauter Flächenpaaren begrenzt (Gesetz des Flächenparallelismus). Die Tafeln 1, 2 und 4—7 bieten mannigfache Beispiele für dieses Gesetz dar.

Nun giebt es zwar von diesem Gesetz auch Ausnahmen, aber diese sind wieder ganz gesetzmäßige und sehr eigentümliche. Sie bestehen nämlich darin, daß ein Krystall auch mit der Hälfte (manchmal sogar mit dem Viertel) seiner Flächen vorkommt, indem die Hälfte und zwar der abwechselnden Flächen oder Flächengruppen sich allseitig vergrößert, während die andere verschwindet und dies immer so geschieht, daß eine vollkommen geschlossene Form entsteht. So stellen Fig. 10 u. 11 (Taf. 3) die zwei Hälften dar, welche aus Fig. 7 durch Ausdehnen und Verschwinden der abwechselnden Flächen entstehen. Ebenso sind die Fig. 12 u. 13 durch Wachsen und Verschwinden der abwechselnden Flächengruppen an den dreiflächigen Ecken aus Fig. 13 entstanden. Man nennt solche halbe Formen

Halbflächner oder hemiëdrische Formen; während diejenigen Formen, aus welchen sie entstanden sind, Vollflächner, Ganzflächner oder holoëdrische Formen heißen.

Doch die Gesetzmäßigkeit der Krystalle geht noch weiter. Die Beobachtung lehrt, daß, abgesehen von zufälligen Unregelmäßigkeiten, jede Veränderung, die an einer Ecke oder Kante eines Krystalls vorkommt, zugleich auch an allen übrigen gleichen Ecken oder Kanten, und zwar in gleicher Weise auftritt (Gesetz der Symmetrie). So zeigen die Alaunkrystalle sehr oft die durch Taf. 2, Fig. 2 dargestellte Form; sie sind an den Ecken abgestumpft oder eneckt (d. h. statt der Ecken treten Flächen auf), aber niemals nur an einer oder an einigen Ecken, sondern immer an allen sechs Ecken. Ebenso sind die Alaunkrystalle nicht selten an den Kanten abgestumpft oder entkantet (d. h. statt der Kanten treten Flächen auf, Taf. 2, Fig. 7), und zwar an allen zwölf Kanten. Am Flußspat beobachtet man eneckte und entkantete Würfelkrystalle (Taf. 16, Fig. 2, 4); auch zeigen die Flußspatwürfel nicht selten noch zwei andere Veränderungen: sie sind an den Kanten zugeschärft (statt einer Kante treten zwei Flächen auf, Taf. 16, Fig. 5) oder an den Ecken zugespitzt (statt einer Ecke tritt eine stumpfere Ecke auf, Fig. 3). Daß auch zwei Veränderungen an einem und demselben Krystall zugleich auftreten können, sehen wir z. B. am Bleiglanzkrystall Taf. 10, Fig. 6, der eneckt und auch entkantet ist. Die Krystallformen, die infolge der angeführten Veränderungen entstehen, sind von zweierlei, dreierlei oder mehrerlei Flächen begrenzt; sie werden zusammengesetzte Krystallformen oder Kombinationen genannt; dagegen heißen diejenigen Formen, welche von lauter gleichen Flächen begrenzt sind, einfache Krystallformen. So sind z. B. die auf Taf. 1 dargestellten Formen sämtlich einfache Formen, während die Figuren 2—4, 7—9, 12, 14, 17, 19 u. a. auf Taf. 2 zusammengesetzte Formen darstellen. Daß die zusammengesetzten Formen oder Kombinationen, welche übrigens in der Natur viel häufiger vorkommen, als die einfachen Gestalten, aber wirklich aus so viel einfachen Formen zusammengesetzt oder kombiniert sind, als sie Arten von Flächen besitzen, erkennt man, wenn man eine zusammengesetzte Form entwickelt oder auflöst, d. h. wenn man der Reihe nach die gleichartigen Flächen sich so vergrößert denkt, daß sie zum Durchschnitt kommen, und alle übrigen Flächen verdrängt werden. Denkt man sich z. B. bei der Form Fig. 2 die acht sechseckigen Flächen vergrößert, bis sie zusammenstoßen, so bilden sie die Krystallform Fig. 1, denkt man sich aber die sechs viereckigen Flächen bis zum Verschwinden der sechseckigen vergrößert,

so entsteht die Kryſtallform Fig. 5. Denkt man ſich, um auch eine Kombination mit dreierlei Flächen zu entwickeln, die acht ſechseckigen Flächen des bereits erwähnten Bleiglanzkryſtalls (Taf. 10, Fig. 6) bis zum Zuſammenſtoßen vergrößert, ſo entſteht die Kryſtallform Fig. 1 (Taf. 2); werden hingegen die ſechs achtſeitigen Flächen vergrößert, die Form Fig. 2, 5 und erweitert man in Gedanken die zwölf vierſeitigen Flächen, die Form Fig. 10; wir lernen demnach hier die verſchiedenen Geſtalten kennen, die in der zuſammengeſetzten Form vereinigt ſind. Bei der Entwickelung einer Kombination geht man immer von derjenigen Form aus, deren Flächen in der Kombination die größeren ſind und am meiſten an das Ausſehen einer einfachen Form erinnern, nennt dieſe die *Grundform* und ihre Flächen die *vorherrſchenden* Flächen, die übrigen Flächen aber *Abänderungsflächen*. Wenn an einer Kombination keinerlei Flächen vorherrſchen, ſo ſagt man: ihre Flächen befinden ſich im Gleichgewicht, und die Kombination nennt man in dieſem Falle einen *Mittelkryſtall*; ein Beiſpiel hierfür finden wir in Taf. 2, Fig. 3, an welcher ſich die dreieckigen Flächen, die der Form Fig. 1 angehören, mit den viereckigen Flächen der Form Fig. 5 im Gleichgewicht befinden.

Wenn wir uns das im vorſtehenden über den geſetzmäßigen Bau der Kryſtalle Geſagte noch einmal vergegenwärtigen und dabei zugleich berückſichtigen, daß ein Mineral, welches in dieſer oder jener Kombination kryſtalliſiert, auch in den daraus entwickelten einfachen Formen wirklich vorkommt oder doch vorkommen kann, ſo werden wir leicht einen neuen eigentümlichen Unterſchied zwiſchen den Einzelweſen im Tier- und Pflanzenreich und den Kryſtallen auffinden. Während nämlich erſtere im ausgebildeten normalen Zuſtande nur eine und dieſelbe Geſtalt beſitzen, können die letzteren, die Einzelweſen im Mineralreich, eine Menge von Geſtalten annehmen, ja ſie können deren mehrere mit einander verbinden. Bezeichnen wir die Geſtalt eines Naturkörpers als das Kleid desſelben, ſo beſitzen der Sperling und die weiße Lilie nur ein Kleid, der Kalkſpat aber hat ſozuſagen eine Garderobe von mehr als 200 Kleidern, von denen er manchmal acht, zehn, zwölf und mehr gleichſam übereinander zieht, und zwar ſo, daß meiſt von jedem noch etwas zu ſehen iſt. Man wird leicht begreifen, daß dieſe Verhältniſſe den Mineralogen anfänglich große Schwierigkeiten darboten und daß ſie manchmal ein Mineral gar nicht wiedererkannten, wenn es mit einem Male in einem Kleide auftrat, in welchem es vorher nicht geſehen worden war. Sie hätten ſich oft gar nicht helfen können, wenn ihnen nicht die Chemiker zuhilfe gekommen wären, die den Vermummten auszogen und zeigten, wer er eigentlich

ſei. Jetzt weiß man jedoch im voraus, wie es mit dieſen Kleidern eines Minerals ausſieht; man weiß, daß alle die verſchiedenen Formen (auch die ſcheinbar einander ganz fremden), in denen ein Mineral kryſtalliſiert, ſtets in dem innigſten Zuſammenhang ſtehen und ſämtlich (auf ſtreng mathematiſchem Wege) von einer einzigen Grundform abgeleitet werden können.

Wenn ſich die Natur auf der einen Seite gegen die Mineralien, wie überhaupt gegen die unorganiſchen Körper, höchſt freigebig gezeigt hat, ſo hat ſie auf der andern Seite auch wieder zu ſparen geſucht, indem ſie für viele Mineralien ein gewiſſes Uniformierungsſyſtem anordnete, was wir bei Tieren und Pflanzen nicht finden. Ganz verſchiedene Mineralien, verſchieden in ihrem Weſen wie Laubfroſch und Kanarienvogel, Kartoffel und Ananas, ſind nämlich auf ganz gleiche Garderobe angewieſen, und zwar ohne Rückſicht darauf, ob ſie ſonſt ſelten und vornehm oder alltäglich und gewöhnlich ſind. So zeigen das edle Gold und der koſtbare Diamant gegenüber dem häufigen Magneteiſenerz, das Silber und Kupfer gegenüber dem Steinſalz, der Rubin und Saphir gegenüber dem Roteiſenerz und Kalkſpat dieſelben Uniformen oder ſie können ſie doch wenigſtens zeigen. Nun geſchieht es aber, daß von den Mineralien, welche auf dieſelbe Anzahl von Kryſtallformen angewieſen ſind, das eine vorzugsweiſe dieſe, das andere jene Form liebt, und ein drittes wieder einer andern Form den Vorzug giebt. So ſind unter den Formen, auf welche der Diamant und das Steinſalz angewieſen ſind, ſolche mit 6, 8, 12, 24 und 48 Flächen. Da wählt dann das beſcheidene Steinſalz vorzugsweiſe den Sechsflächner oder Würfel, Taf. 1, Fig. 1, der Diamant dagegen, als wenn ihm der Luxus und Überfluß ſchon an der Wiege gefiele, weit öfter den Achtundvierzigflächner, Taf. 1, Fig. 14. Kommt der Diamant auch als Würfel vor, was wohl geſchieht, ſo iſt das eine große Seltenheit, und einen ſolchen Diamant ſieht man gerade ſo verwundert an, wie etwa einen vornehmen General, den man gewohnt iſt, in reicher Uniform zu ſehen, wenn er in einem ganz einfachen Überrocke erſcheint. Einige Mineralien ſetzen ſich aber gleichſam über dieſe kleinlichen Verhältniſſe hinweg, wie das Gold und der Spinell, und tragen dasſelbe Kleid, wie das gewöhnliche Magneteiſenerz oder der noch gewöhnlichere Alaun. Unterſucht man in dieſem Sinne die Mineralien weiter, ſo gelangt man teilweiſe zu ganz ſeltſamen Ergebniſſen. So zeigt beiſpielsweiſe ein ganz gewöhnliches Mineral, der bekannte Flußſpat, der ſich kleiden kann, wie der Diamant, auch den Achtundvierzigflächner, aber nur ganz ſchüchtern, meiſt nur ſo, daß er aus ſeinem alltäglichen Würfelkleid kaum ein wenig hervorſchaut (Taf. 16, Fig. 6).

Wenn weiter vorn gesagt wurde, daß ein Mineral oft viele Formen zugleich in einem seiner Krystalle vereinigt, und daß man eine verlangte Gestalt in einer solchen Kombination durch Vergrößerung der Flächen erkennen kann, so ist noch hinzuzufügen, daß dazu Winkelmessungen und Rechnungen notwendig sind, daß aber oft schon einige Winkel Aufschluß geben, weil die Flächen einer Gestalt unter sich (und zu gewissen gedachten Linien im Innern des Krystalls) immer dieselbe Neigung behalten, mag diese Gestalt nun für sich allein vorkommen oder in Verbindung mit anderen; mit anderen Worten, an sämtlichen Krystallen eines und desselben Minerals schneiden sich die Flächen stets unter gleichen Winkeln (Gesetz von der Beständigkeit der Winkel). So beträgt der Winkel, welchen die Säulenfläche eines Quarzkrystalls (Taf. 12, Fig. 3) mit der benachbarten bildet, immer, auch an den Krystallen Fig. 11, 12, 13 u. 14, 120° (120 Grad), der Winkel zweier benachbarter Pyramidenflächen immer 133° 44′ (133 Grad 44 Minuten). — Zur Messung der Winkel bedient man sich besonderer Instrumente, welche Goniometer oder Winkelmesser heißen. Das einfachste derselben, das Anlegegoniometer (Taf. 8, Fig. 7), gleicht einer Schere; es besteht aus zwei Linealen von Stahl oder Messing, die mit ihren breiten Seiten auf einander liegen und bei c durch einen Stift verbunden sind, damit sie, wie zwei Linien, Scheitelwinkel mit einander bilden und beliebig bewegt werden können, um verschiedene Scheitelwinkel zu bilden. Das eine der Lineale a b ist mit einem in 180° geteilten Halbkreis so fest verbunden, daß es den Durchmesser des Halbkreises darstellt, während das bewegliche Lineal d f in jeder beliebigen Stellung mit dem einen Ende f die Größe des Scheitelwinkels angiebt. Bringt man nun die Kante eines Krystalls (e) so zwischen die beiden spitzen Enden der Lineale, daß sie in einem Punkte beide Lineale berührt und diese rechtwinkelig auf den Krystallflächen und auf der Kantenlinie stehen, so giebt der durch das Ende f angezeigte Winkel den Kantenwinkel an, dessen Größe man an dem Gradbogen ablesen kann. Zu größerer Bequemlichkeit bei der Handhabung des Instruments sind die Lineale ausgeschnitten, so daß man sie verschieben kann; dadurch werden die spitzen Enden a c und d c verkürzt, und man ist nun imstande, die Winkel aufgewachsener Krystalle besser messen zu können. Zu diesem Zwecke ist auch der Gradbogen in m gewöhnlich noch mit einem Scharnier versehen, mittels dessen man den Teil a m zurückschlagen kann, wenn es nötig ist. Das Anlegegoniometer setzt jedoch immer Krystalle von einer gewissen Größe voraus, auch ist die damit zu erzielende Genauigkeit — dieselbe geht nicht über einen

halben Grad — nicht groß genug, um für strengere wissenschaftliche Zwecke hinzureichen; für diese Zwecke gebraucht man das sogen. Reflexionsgoniometer. Mit dem Reflexionsgoniometer, dessen Beschreibung jedoch hier zu weit führen würde, können die kleinsten Krystalle auf das Genaueste gemessen werden, vorausgesetzt, daß sie glatte und glänzende Flächen haben, da sich die Messung der Winkel auf die Zurückwerfung (Reflexion) der Lichtstrahlen gründet. —

Es ist nun noch ein Gesetz zu erwähnen, und dann ist das Material so ziemlich vollständig, auf welches sich die heutige Krystallographie oder die Wissenschaft von den Krystallen gründet. Um uns jedoch dieses Gesetz einigermaßen anschaulich zu machen, müssen wir uns erst über gewisse Linien Klarheit verschaffen, welche außer den Flächen, Kanten und Ecken bei der Bestimmung eines Krystalls in Betracht kommen, obgleich sie in Wirklichkeit gar nicht existieren, sondern nur gedacht werden. So denkt man sich z. B. in einem Alaunkrystall (Taf. 1, Fig. 2) drei gerade Linien, welche durch den Mittelpunkt des Krystalls, der zugleich ihr eigener Mittelpunkt ist, gehen und zwei gegenüberliegende Ecken verbinden. In einem Steinsalzwürfel (Taf. 1, Fig. 1) denkt man sich diese drei Linien so durch den Mittelpunkt des Krystalls gelegt, daß sie die Mittelpunkte je zweier gegenüberliegender Flächen, in einem Fahlerzkrystalle (Taf. 3, Fig. 1), daß sie die Mittelpunkte je zweier gegenüberliegender Kanten verbinden. Solche gedachte gerade Linien, welche sich im Mittelpunkte eines Krystalls schneiden und je zwei gegenüberliegende gleichartige Ecken oder die Mittelpunkte gleichartiger Kanten oder Flächen verbinden, heißen Achsen. Selbstverständlich kann man in jedem Krystall so viele Achsen annehmen, als er Flächen-, Kanten- oder Eckenpaare besitzt; indes werden in den meisten Krystallen, entsprechend den drei Dimensionen des Raumes, drei Achsen angenommen. Doch giebt es auch eine ziemliche Anzahl von Krystallen, in welchen man sich vier Achsen denkt, wie z. B. in einem Quarzkrystall (Taf. 12, Fig. 3); drei Achsen verbinden die Mittelpunkte der Säulenkanten; die vierte denkt man sich von der Spitze der einen Pyramide nach der Spitze der andern durch den Mittelpunkt des Krystalls (und den der drei Kantenachsen) gezogen. Bei Betrachtung und Beschreibung der Krystallformen werden diese immer in eine solche Lage gebracht, daß eine Achse von oben nach unten verläuft (vertikal steht) und diese wird Hauptachse genannt, während die anderen Nebenachsen heißen. Je drei oder vier zusammengehörige Achsen bilden ein Achsenkreuz.

Da uns die Achsen selbst von der Natur nicht unmittelbar gegeben

sind, so könnte es auf den ersten Blick scheinen, als sei bei der Annahme derselben der Willkür ein großer Spielraum gelassen. Allein eine nähere Betrachtung der Krystallformen überzeugt uns bald, daß alle Begrenzungsstücke, also alle Flächen, Kanten, Ecken, um die Achsen herum gleichmäßig (symmetrisch) angeordnet sind, und daß eben die Lage der verschiedenen Begrenzungsstücke gegen die angenommenen Achsen das Unterscheidende und Eigentümliche (Charakteristische) in der Fülle der Krystallformen ist, wie wir im nächsten Abschnitte sehen werden.

Doch wir wollten ja noch ein Gesetz kennen lernen. Dasselbe bezieht sich auf die Achsen der Krystalle. Vergleicht man nämlich z. B. die Hauptachsen der beiden Pyramiden, die in dem Taf. 4, Fig. 16, dargestellten Krystall (von schwefelsaurem Nickeloxydul) in Kombination getreten sind, so findet man, daß diese Achsen in einem ganz bestimmten Verhältnis zu einander stehen; die eine Hauptachse ist nämlich 1,888 mal, die andere Hauptachse aber 0,944 mal so lang als eine der Nebenachsen (die beide gleich sind). Die Längen der beiden Hauptachsen verhalten sich also, auf gleiche Längen der Nebenachsen bezogen, wie 2 : 1 (denn 1,888 : 0,944 = 2), oder die eine ist nur halb so lang als die andere. Um sich dieses Verhältnis anschaulich zu machen, denke man sich die Spitze der vorherrschenden Pyramide auf die Grundfläche der stumpferen Pyramide aufgesetzt, wie dies in Taf. 4, Fig. 17, dadurch geschehen ist, daß die Kanten der vorherrschenden Pyramide verlängert worden sind, bis sie sich treffen; die Höhe der stumpferen Pyramide beträgt genau $^1/_2$ von der der vorherrschenden. Zu dem ganz gleichen Ergebnis gelangt man bei Betrachtung von Taf. 4, Fig. 18, in welcher die stumpfere Pyramide auf die Grundfläche (also auf die Nebenachsen) der vorherrschenden Pyramide aufgesetzt (bezogen) ist. An dem Schwefelkrystall Taf. 9, Fig. 3 sind zwei Pyramiden kombiniert, deren Hauptachsen sich zu einander verhalten, wie $1 : {}^1/_3$. Während die zwei ungleich langen Nebenachsen der vorherrschenden Pyramide sich wie 1,23 : 1 verhalten, beträgt die Hauptachse in demselben Verhältnis 2,34. Berechnet man nun die stumpfe Pyramide auf die angegebene Länge der beiden Nebenachsen der vorherrschenden Pyramide, so ergiebt sich, daß die Hauptachse der ersteren $^1/_3 . 2{,}34$ beträgt und daß man also diese Pyramide im Verhältnis zu der vorherrschenden spitzigeren die Eindrittel-Pyramide nennen kann.

Setzen wir bei den Taf. 15, Fig. 1, 2, 3, 4, dargestellten Kalkspatkrystallen, die ebenfalls vielfach in Kombination treten, die Hauptachse von dem Krystall Fig. 1 gleich 1, so ist die Hauptachse bei dem

Kryſtall Fig. 2 gleich 2, bei dem Fig. 3 gleich $^1/_2$, bei dem Fig. 4 gleich 4. Wir ſehen, die Veränderungen der Hauptachſe, die wir bei den Kryſtallen ein und desſelben Minerals wahrnehmen, gehen immer nach einem beſtimmten, durch ganze Zahlen oder einfache Brüche ausdrückbaren (rationalen) Verhältnis vor ſich. Was aber von der Hauptachſe gilt, gilt auch von den übrigen Achſen, die länger oder kürzer vorkommen, und man ſagt daher: Gleichliegende Achſen ſind bei ein und demſelben Mineral immer Vielfache von einander nach einer ganzen oder gebrochenen Zahl, die meiſtens ſehr einfach iſt. (Geſetz der Achſenveränderung.)

3. Die Kryſtallſyſteme.

Bei einem Überblick über die Kryſtallformen, welche die dieſem Buche beigegebenen Tafeln veranſchaulichen, wird ſich auch der Anfänger der Wahrnehmung nicht verſchließen können, daß ſelbſt unter den einfachen Formen die Regelmäßigkeit der Ausbildung in ſehr verſchiedenem Grade zum Ausdruck kommt. Wer könnte es verkennen, daß in dem Alaunkryſtall und dem Steinſalzwürfel das Ebenmaß in viel höherem Grade vorhanden iſt, als in einem Quarzkryſtall, obſchon dieſer wieder viele andere Kryſtalle, wie z. B. einen Feldſpatkryſtall in Bezug auf Ebenmaß weit überragt. Dieſe Erkenntnis hat die Mineralogen dazu geführt, die Kryſtallformen in gewiſſe Abteilungen oder Gruppen zu bringen, und zugleich ſtellte es ſich heraus, daß dies am einfachſten und naturgemäßeſten auf Grund der in den Kryſtallformen angenommenen Achſen geſchehen könne. Und in der That laſſen ſich alle bis jetzt bekannten Kryſtallgeſtalten der Mineralien nach der Zahl, verhältnismäßigen Länge und gegenſeitigen Lage ihrer Achſen in ſechs Abteilungen oder Gruppen, welche gewöhnlich Kryſtallſyſteme genannt werden, bringen. Dieſe ſechs Kryſtallſyſteme ſind das reguläre Syſtem, das tetragonale Syſtem, das hexagonale Syſtem, das rhombiſche Syſtem, das monokliniſche Syſtem, das trikliniſche Syſtem. Das Merkmal der in das erſte Syſtem gehörigen Kryſtalle ſind drei gleichlange Achſen, welche ſich unter rechten Winkeln ſchneiden. Die Kryſtalle des tetragonalen Syſtems haben nur zwei gleichlange Achſen, welche ſich rechtwinklig ſchneiden; eine dritte von ungleicher Länge ſteht rechtwinklig auf ihnen. Die Kryſtalle des hexagonalen Syſtems haben drei gleichlange Achſen, welche ſich (in einer Ebene) unter Winkeln von 60° ſchneiden; eine vierte von ungleicher Länge ſteht auf ihnen rechtwinklig. In den Kryſtallen des rhombiſchen Syſtems nimmt man die Achſen von ungleicher Länge an, die ſich jedoch unter rechten Winkeln ſchneiden. Auch

die Krystalle des monokliniſchen und triklinischen Syſtems haben drei Achſen von ungleicher Länge, während ſich aber in erſterem zwei Achſen ſchiefwinklig ſchneiden und die dritte auf beiden rechtwinklig ſteht, ſchneiden ſich in letzterem alle drei Achſen ſchiefwinklig*). Die nachſtehende Tabelle zeigt die ſechs Kryſtallſyſteme in überſichtlicherer Darſtellung, wenn auch in etwas anderer Anordnung.

I. Kryſtalle mit drei Achſen.

A. Alle drei Achſen ſchneiden ſich rechtwinklig.

1) Alle drei Achſen ſind von gleicher Länge.

Reguläres Syſtem.

2) Nur zwei Achſen ſind gleichlang, die dritte iſt länger oder kürzer.

Tetragonales Syſtem.

3) Alle drei Achſen ſind von ungleicher Länge.

Rhombiſches Syſtem.

B. Nicht alle drei Achſen ſchneiden ſich rechtwinklig und alle ſind von ungleicher Länge.

1) Zwei Achſen ſchneiden ſich ſchiefwinklig, die dritte ſteht auf beiden rechtwinklig.

Monokliniſches Syſtem.

2) Alle drei Achſen ſchneiden ſich ſchiefwinklig.

Triklinieſches Syſtem.

II. Kryſtalle mit vier Achſen.

Drei Achſen ſind gleichlang und ſchneiden ſich unter Winkeln von 60°; die vierte iſt ungleich und ſteht auf ihnen rechtwinklig.

Hexagonales Syſtem.

Jedem dieſer ſechs Kryſtallſyſteme entſpricht aber nicht nur ein beſtimmtes Achſenverhältnis (Achſenkreuz), ſondern man kann auch in jedem Syſtem eine Kryſtallform als Grundform annehmen und von dieſer nach den bereits erläuterten Geſetzen alle übrigen zu demſelben gehörigen Geſtalten ableiten. Gewöhnlich wählt man die einfachſte, d. h. die von möglichſt wenig Flächen begrenzte, in der Natur vorkommende Kryſtallform als Grundgeſtalt. Von der Grundform eines Kryſtallſyſtems iſt die Grundform einer Mineralart zu unterſcheiden. Unter letzterer verſteht

*) Um die Achſenverhältniſſe richtig zu erfaſſen, wird es zweckmäßig ſein, ſich dieſelben durch Modelle zu veranſchaulichen, die man ſich am einfachſten dadurch herſtellt, daß man in ein würfliges Korkſtückchen (oder Kartoffelſtückchen) Draht- oder Holzſtäbchen als Achſen ſteckt.

man diejenige Geſtalt, welche allen Kryſtallen einer Mineralart wirklich und thatſächlich zu Grunde liegt, d. h. im Innern der Kryſtalle vorhanden iſt und aus denſelben beim Zerſchlagen erhalten werden kann. So kommt, wie bereits erwähnt, der Kalkſpat in mehr als 200 verſchiedenen Formen, und wenn wir die zuſammengeſetzten Formen oder Kombinationen dazurechnen, in mehr als 1000 Formen vor, aber alle laſſen ſich auf eine einzige, auf die Taf. 15, Fig. 1 dargeſtellte Geſtalt zurückführen, welche auch wirklich in allen Kalkſpatkryſtallen ſteckt und aus denſelben erhalten werden kann, wenn man ſie in geeigneter Weiſe zerſchlägt oder ſpaltet. Sämtliche Kryſtallgeſtalten, in welchen eine Mineralart vorkommt, gehören in ein und dasſelbe Kryſtallſyſtem, und ebenſo können nur Geſtalten ein und desſelben Syſtems mit einander zuſammengeſetzte Geſtalten bilden oder mit einander in Kombination treten.

Das reguläre Kryſtallſyſtem. Die Geſtalten dieſes Syſtems, welches vielfach auch das teſſerale Kryſtallſyſtem genannt wird, zeigen unter allen Kryſtallformen die größte Regelmäßigkeit, da ſie nach allen Richtungen hin, nach oben und unten, nach rechts und links, nach vorn und hinten vollkommen gleich ausgebildet ſind. Man denkt ſich daher durch dieſelben drei gleichlange unter einander rechtwinklige Achſen gelegt, und da man jede derſelben als Hauptſache anſehen kann, ſo iſt es völlig gleichgültig, welche Achſe man bei der Betrachtung der Kryſtalle ſenkrecht ſtellt, nur muß die zweite dann wagerecht und quer vor den Beobachter verlaufen, die dritte aber demſelben zugewendet ſein.

Die ſieben vollflächigen (holoëdriſchen) Formen dieſes Syſtems ſind der Würfel, der Achtflächner, der Rhomben-Zwölfflächner, der Pyramiden-Würfel, der Pyramiden-Achtflächner, der Vierundzwanzigflächner, der Achtundvierzigflächner.

Der Würfel (Sechsflächner) oder das Hexaëder (Taf. 1, Fig. 1) iſt von ſechs Flächen umſchloſſen, hat 12 Kanten und 8 Ecken. Die Flächen ſind gleiche Quadrate. Die Kanten ſind gleich. Die Ecken ſind gleich und dreiflächig (dreikantig)*). Die Achſen verbinden die Mittel-

*) Ein wichtiges Hilfsmittel für das Studium der Kryſtallformen ſind künſtliche Nachbildungen derſelben oder Kryſtallmodelle, wie man ſie aus Holz, Steinmaſſe, Glas oder Pappe durch die Naturalienhandlungen beziehen kann. Es iſt aber jedem Anfänger dringend zu raten, ſich dieſelben mit Hilfe der in gleichem Verlage erſchienenen „Kryſtallnetze“ ſelbſt anzufertigen. Ein Kryſtallnetz ſtellt die ſämtlichen Flächen einer Kryſtallgeſtalt in natürlicher Größe und natürlicher Reihenfolge nebeneinander gelegt dar.

punkte je zweier gegenüberliegender Flächen. In Würfeln kryſtalliſiert z. B. der Eiſenkies, der Bleiglanz, das Steinſalz, der Flußſpat.

Am Achtflächner oder Oktaëder (Taf. 1, Fig. 2) unterſcheiden wir 8 Flächen, 12 Kanten, 6 Ecken. Die Flächen ſind gleiche und gleichſeitige Dreiecke. Die Kanten ſind gleich. Die Ecken ſind gleich und vierflächig; ſie entſprechen den Mittelpunkten der Würfelflächen. Die Achſen verbinden je zwei gegenüberliegende Ecken. Der Achtflächner kommt z. B. am Alaun und Magneteiſenerz vor.

Am Rhomben-Zwölfflächner oder dem Rhomben-Dodekaëder (Taf. 1, Fig. 3) unterſcheiden wir 12 Flächen, 24 Kanten, 14 Ecken. Die Flächen ſind gleiche Rhomben. Die Kanten ſind gleich. Von den Ecken ſind 8 gleich, ſtumpf und dreiflächig, 6 gleich, ſpitz und vierflächig; erſtere entſprechen den Würfelecken, letztere den Oktaëdereken. Die Achſen verbinden je zwei gegenüberliegende vierflächige Ecken. Dieſe ſchöne Kryſtallform kommt z. B. am Granat und am Magneteiſenerz vor und wird zuweilen auch Granatoëder genannt.

Der Pyramiden-Würfel (Pyramiden-Hexaëder) oder das Tetrakishexaëder (Taf. 1, Fig. 4—6) iſt von 24 Flächen begrenzt, welche 36 Kanten und 14 Ecken bilden. Die Flächen ſind gleiche gleichſchenklige Dreiecke. Von den Kanten ſind 12, welche den Würfelkanten entſprechen, länger, 24 ſind kürzer. Von den Ecken ſind 6 vierflächig und gleichkantig, 8 ſechsflächig und ungleichkantig; erſtere entſprechen den Oktaëderecken, letztere den Würfelecken. Die Achſen verbinden je zwei gegenüberliegende vierflächige Ecken. Man kann die Form als einen Würfel anſehen, auf deſſen 6 Flächen je eine ſtumpfe vierſeitige Pyramide errichtet iſt (Pyramiden-Würfel). Im Pyramiden-Würfel kryſtalliſiert zuweilen das Gold und das Kupfer.

Der Pyramiden-Achtflächner (Pyramiden-Oktaëder) oder das Triakisoktaëder (Taf. 1, Fig. 7—9) wird von 24 Flächen umſchloſſen, welche 36 Kanten, 14 Ecken bilden. Die Flächen ſind gleiche und gleichſchenklige Dreiecke. Von den Kanten ſind 12, welche denen des Oktaëders entſprechen, länger, 24 kürzer. Von den Ecken ſind 6 achtflächig und ungleichkantig, 8 dreiflächig und gleichkantig; erſtere entſprechen den Oktaëderecken, letztere den Würfelecken. Die Achſen verbinden je zwei gegenüberliegende achtflächige Ecken. Man kann dieſe Form als einen Achtflächner anſehen, auf deſſen 8 Flächen je eine ſtumpfe dreiſeitige Pyramide aufgeſetzt iſt (Pyramiden-Achtflächner). Im Triakisoktaëder kryſtalliſiert mitunter der Diamant, der Flußſpat, der Bleiglanz.

Der Vierundzwanzigflächner (Deltoïd-Vierundzwanzigflächner) oder das Ikoſitetraëder (Taf. 1, Fig. 10—12) hat 24 Flächen, 48 Kanten und 26 Ecken. Die Flächen ſind gleiche Deltoïde (d. h. Trapezoïde, bei denen je 2 anliegende Seiten gleich ſind). Von den Kanten ſind 24 länger, 24 kürzer. Die Ecken ſind von dreierlei Art, 6 ſind gleichkantig und vierflächig, 8 dreiflächig und gleichkantig und 12 ungleichkantig und vierflächig; die 6 gleichkantigen vierflächigen Ecken entſprechen den 6 Oktaëderecken, die 8 dreiflächigen Ecken den Würfelecken. Die Achſen verbinden je zwei gegenüberliegende gleichkantige, vierflächige Ecken. Das Ikoſitetraëder findet man z. B. am Granat und am Analzim.

Der Achtundvierzigflächner oder das Hexakisoktaëder (Taf. 1, Fig. 13 u. 14) iſt von 48 Flächen begrenzt, hat 72 Kanten und 26 Ecken. Die Flächen ſind gleiche, ungleichſeitige Dreiecke. Die Kanten ſind von dreierlei Art, 24 längere, 24 mittlere, 24 kürzere. Die Ecken ſind ebenfalls von dreierlei Art, 6 ſind achtflächig, 8 ſind ſechsflächig, 12 vierflächig; die 6 achtflächigen entſprechen den Oktaëderecken, die 8 ſechsflächigen den Würfelecken. Die Achſen verbinden je zwei gegenüberliegende achtflächige Ecken. Im Achtundvierzigflächner kryſtalliſiert der Diamant, und daher wird dieſe Kryſtallform zuweilen auch Diamantoëder genannt.

Während die erſten drei Formen einzig in ihrer Art ſind — es giebt nur einen Würfel, einen Achtflächner, einen Rhomben-Zwölfflächner —, kommen die vier übrigen Geſtalten (Taf. 1, Fig. 4—14) in mehreren Abänderungen vor. Der Pyramidenwürfel nähert ſich, je nachdem die aufgeſetzten Pyramiden ſtumpfer oder ſpitzer ſind, zuweilen mehr dem Würfel, zuweilen mehr dem Rhomben-Zwölfflächner; der Pyramiden-Achtflächner ſchwankt je nach der Größe der aufgeſetzten Pyramiden zwiſchen dem Achtflächner und dem Rhomben-Zwölfflächner; der Vierundzwanzigflächner nähert ſich, je nachdem er ſtumpfer oder ſpitzer iſt, zuweilen mehr dem Würfel, zuweilen mehr dem Achtflächner; der Achtundvierzigflächner nähert ſich bald mehr dem Achtflächner, bald mehr dem Würfel, bald mehr dem Rhomben-Zwölfflächner.

Alle die vorſtehend aufgeführten Kryſtallformen laſſen ſich nur von irgend einer Kryſtallform als Grundform ableiten. Als Grundform des regulären Syſtems empfiehlt ſich vorzugsweiſe der Achtflächner oder das Oktaëder.

Denkt man ſich alle 6 Ecken des Oktaëders gleichzeitig und ſo abgeſtumpft, daß von jeder Kante an jedem Eckpunkte ein gleiches Stück

abgeschnitten wird, die Oktaëderkanten aber noch teilweise erhalten bleiben, so treten an die Stelle der sechs Oktaëderecken sechs Quadratflächen und es entsteht die Form Fig. 2 (Taf. 2); bleiben von den Oktaëderkanten nur die Halbierungspunkte, so entsteht die Form Fig. 3, welche Kubo-Oktaëder genannt wird. Geht die Abstumpfung noch weiter, so daß sich die Abstumpfungsflächen in einer Kante schneiden, so entsteht die Form Fig. 4, in welcher die Oktaëderflächen nur noch sehr klein vorhanden sind; verschwinden diese ursprünglichen Flächen endlich ganz, so entsteht der Würfel oder das Hexaëder. Durch Abstumpfung der Ecken (durch Enteckung) entsteht also aus dem Oktaëder der Würfel.

Werden anstatt der Ecken des Oktaëders die Kanten abgestumpft, so entsteht die Form Fig. 7. Geht die Abstumpfung weiter, so wachsen die Abstumpfungsflächen, und es entsteht die Form Fig. 8 und dann die Form Fig. 9, in welcher die Oktaëderflächen nur noch klein sind; erweitern sich endlich die Abstumpfungsflächen so, daß die Oktaëderflächen verschwinden, so entsteht der Rhomben-Zwölfflächner Fig. 10. Durch Abstumpfung der Kanten (durch Entkantung) entsteht also aus dem Oktaëder der Rhomben-Zwölfflächner.

Wenn alle Kanten des Oktaëders zugeschärft, d. h. durch je zwei gleiche Flächen ersetzt werden, welche gegen die angrenzenden Oktaëderflächen unter gleichen Winkeln geneigt sind und von denselben von jeder Kante her gleiche Stücke abschneiden, so entsteht die Form Fig. 12, und wenn die Oktaëderflächen bis auf ihre Mittelpunkte verschwinden, das Pyramiden-Oktaëder Fig. 13. Durch Zuschärfung der Kanten entsteht also aus dem Oktaëder das Pyramiden-Oktaëder.

Denkt man sich die Ecken des Oktaëders von den Kanten her zugespitzt, d. h. jede Oktaëderecke durch eine neue (stumpfere) vierflächige Ecke ersetzt, deren Flächen auf die Oktaëderkanten aufgesetzt sind (diese teilweise abschneiden) und zunächst die Form von Vierecken (Deltoïden) erhalten, so entsteht die Form Fig. 14, und nach dem vollständigen Verschwinden der Oktaëderflächen der Pyramidenwürfel Fig. 15. Durch Zuspitzung der Ecken von den Kanten her entsteht also aus dem Oktaëder der Pyramidenwürfel.

Denkt man sich die Ecken des Oktaëders von den Flächen her zugespitzt, d. h. jede Oktaëderecke durch eine neue (stumpfere) vierflächige Ecke ersetzt, deren Flächen auf die zugehörigen Oktaëderflächen aufgesetzt sind und zunächst die Gestalt von Dreiecken haben, so entsteht die Form Fig. 17, und nach dem vollständigen Verschwinden der Oktaëderflächen

der Vierundzwanzigflächner Fig. 18. *Durch Zuſpitzung der Ecken von den Flächen her entſteht alſo aus dem Oktaëder der Vierundzwanzigflächner.*

Werden endlich die Ecken des Oktaëders von den Kanten her und zugleich von den Flächen her zugeſpitzt, ſo daß die Oktaëderecken durch acht neue Flächen erſetzt werden, welche die Geſtalt von Dreiecken haben, ſo entſteht die Form Fig. 19 und nach dem vollſtändigen Verſchwinden der Oktaëderflächen der Achtundvierzigflächner Fig. 20. *Durch Zuſpitzung der Ecken von den Kanten und von den Flächen her entſteht alſo der Achtundvierzigflächner.*

Wie den Achtflächner oder das Oktaëder, ſo kann man auch jede andere der oben genannten ſieben Formen als Grundgeſtalt benutzen und die übrigen davon ableiten. Wir wollen dies noch am Würfel zeigen.

Wie aus dem Oktaëder durch Abſtumpfung der Ecken der Würfel hervorgeht, ſo entſteht aus dem Würfel durch allmähliche Abſtumpfung der Ecken das Oktaëder, wie dies die Figuren 5—1 (Taf. 2) veranſchaulichen. Denkt man ſich alle 12 Kanten des Würfels gleichmäßig und auf gleiche Weiſe abgeſtumpft, ſo entſteht zunächſt die Form Fig. 22; bei weiterer Abſtumpfung entſtehen die Formen Fig. 23 u. 24, und wenn die Würfelflächen ganz verſchwinden, der Rhomben-Zwölfflächner Fig. 25. Denkt man ſich die Kanten des Würfels zugeſchärft, ſo geht daraus zunächſt die Form Fig. 27 und zuletzt der Pyramidenwürfel Fig. 28 hervor. Werden die Ecken des Würfels von den Kanten her zugeſpitzt (Fig. 29), ſo entſteht das Pyramidenoktaëder (Fig. 30). Werden die Ecken des Würfels von den Flächen her zugeſpitzt (Fig. 32), ſo geht daraus der Vierundzwanzigflächner hervor. Werden endlich die Ecken des Würfels von den Kanten und Flächen her (durch ſechsflächige Ecken) zugeſpitzt (Fig. 34), ſo entſteht der Achtundvierzigflächner (Fig. 35).

Mit den vorgenommenen Veränderungen iſt jedoch die Reihe der Geſtalten erſchöpft, welche (nach dem Geſetze der Symmetrie) aus dem Oktaëder und Hexaëder abgeleitet werden können; andere Geſtalten kann man nicht daraus ableiten; wohl aber können mehrere der angegebenen Formen *halbflächig* oder *hemiëdriſch* auftreten.

Die halbflächigen Formen des regulären Syſtems ſind der *Vierflächner*, der *Pyramiden-Vierflächner*, der *Deltoïd-Zwölfflächner*, der *gebrochene Pyramiden-Vierflächner*, der *Fünfeck-Zwölfflächner* und der *gebrochene Fünfeck-Zwölfflächner*.

Von dieſen ſechs Geſtalten, welche ſämtlich an Mineralien wirklich

vorkommen, zeichnen sich die beiden zuletzt genannten, der Fünfeck-Zwölfflächner und der gebrochene Fünfeck-Zwölfflächner (Fig. 5 u. 6), dadurch vor den übrigen aus, daß sie parallele Flächen besitzen.

Der Vierflächner oder das Tetraëder (Taf. 3, Fig. 1) ist von 4 gleichseitigen Dreiecken begrenzt, hat 6 gleiche Kanten und 4 gleiche dreiflächige Ecken. Die Achsen verbinden die Mittelpunkte je zweier gegenüberliegender Kanten. Im Tetraëder krystallisiert z. B. das Fahlerz (Tetraëderit) und die Zinkblende.

Der Pyramiden-Vierflächner (Pyramiden-Tetraëder) oder das Trigon-Dodekaëder (Triakistetraëder, Taf. 3, Fig. 2) ist von 12 gleichschenkligen Dreiecken umschlossen, welche 18 Kanten und 8 Ecken bilden. Von den Ecken sind 4 sechsflächig, 4 dreiflächig. Die Achsen verbinden die Mittelpunkte je zweier gegenüberliegender längerer Kanten. Man kann den Pyramiden-Vierflächner als einen Vierflächner ansehen, der auf jeder seiner 4 Flächen eine dreiseitige Pyramide trägt; je flacher diese ist, desto mehr nähert sich die Gestalt einem Tetraëder, je steiler, desto mehr einem Hexaëder. Der Pyramiden-Vierflächner kommt z. B. am Fahlerz vor.

Der Deltoïd-Zwölfflächner oder das Deltoïd-Dodekaëder (Deltoëder, Taf. 3, Fig. 3) ist von 12 Deltoïden umschlossen, hat 24 Kanten, 12 längere und 12 kürzere, und 14 Ecken, 6 vierflächige, 4 spitzere dreiflächige und 4 stumpfere dreiflächige. Die Achsen verbinden je zwei gegenüberliegende vierkantige Ecken. Je stumpfer diese vierkantigen Ecken sind, desto mehr nähert sich der Deltoïd-Zwölfflächner dem Vierflächner, je spitzer, desto mehr dem Rhomben-Zwölfflächner. Der Deltoïd-Zwölfflächner tritt am Fahlerz auf, doch nicht als selbständige Form.

Der gebrochene Pyramiden-Vierflächner (gebrochenes Pyramiden-Tetraëder) oder das Hexakistetraëder (Taf. 3, Fig. 4) ist von 24 ungleichseitigen Dreiecken begrenzt, welche 36 Kanten, 12 längere, 12 mittlere und 12 kürzere, und 14 Ecken, 6 vierflächige, 4 spitzere und 4 stumpfere sechsflächige, bilden. Die 4 spitzeren Ecken entsprechen den Ecken des Tetraëders. Die Achsen verbinden je zwei gegenüberliegende vierkantige Ecken. Das Hexakistetraëder tritt am Diamant, Boracit und Fahlerz auf, an den letzteren Mineralien jedoch nicht als selbständige Gestalt.

Der Fünfeck-Zwölfflächner oder das Pentagon-Dodekaëder (Taf. 3, Fig. 5) ist von 12 Fünfecken begrenzt, welche in 30 Kanten und 20 Ecken zusammenstoßen. Von den Kanten sind 6 länger, 24 kürzer. Von den Ecken sind 8 dreiflächig und gleichkantig, 12 dreiflächig und

ungleichkantig. Die Achſen verbinden die Mittelpunkte je zweier gegenüberliegender längerer Kanten, welche den Flächen des Würfels entſprechen. Je nachdem die eine Seite der Fünfecke länger oder kürzer iſt als die übrigen, hat der Fünfeck-Zwölfflächner mehr Ähnlichkeit mit dem Würfel oder mit dem Rhomben-Zwölfflächner. Der Fünfeck-Zwölfflächner kommt am Eiſenkies oder Pyrit und am Glanzkobalt ſelbſtändig vor und wird daher auch zuweilen als Pyritoëder bezeichnet*).

Der gebrochene Fünfeck-Zwölfflächner (gebrochenes Pentagon-Dodekaëder) oder das Dyakisdodekaëder (Diploëder, Taf. 3, Fig. 6) iſt von 24 Trapezoïden umſchloſſen, hat 48 Kanten, 12 längere, 24 mittlere und 12 kürzere, und 26 Ecken, 6 gleichwinklig-vierflächige, 8 dreiflächige und 12 ungleichwinklig-vierflächige. Die Achſen verbinden je zwei gegenüberliegende gleichwinklig-vierflächige Ecken. Das Dyakisdodekaëder hat das Anſehen eines Pentagon-Dodekaëders und kommt am Eiſenkies und Glanzkobalt, an erſterem auch bisweilen ſelbſtändig vor.

Der Vierflächner oder das Tetraëder entſteht aus dem Achtflächner oder dem Oktaëder, wenn man ſich bei dieſem vier abwechſelnd liegende Flächen, die nicht in Kanten, ſondern bloß in Ecken zuſammenſtoßen, nach allen Richtungen ſo weit vergrößert denkt, bis die dazwiſchen liegenden Flächen verſchwinden und erſtere den Raum allein begrenzen. Steht z. B. ein Oktaëder aufrecht, wie das Taf. 3, Fig. 7 dargeſtellte, und denkt man ſich die abwechſelnden hellen Flächen vergrößert, während die beiden ſchattierten an Größe abnehmen, ſo erhält man zunächſt eine Form, wie ſie Fig. 8, dann eine, wie ſie Fig. 9 darſtellt, und an welcher das Tetraëder ſchon ſehr deutlich hervortritt; verſchwinden endlich die ſchattierten Flächen ganz, ſo bleibt das Tetraëder, Fig. 10, übrig. Der Vierflächner oder das Tetraëder iſt demnach keine ſelbſtändige Geſtalt, ſondern der Halbflächner des Achtflächners oder Oktaëders. Statt der hellen Flächen des Oktaëders kann man ſich auch die ſchattierten Flächen vergrößert denken, bis die hellen Flächen verſchwunden ſind, und jene den Raum allein begrenzen; man erhält dann ebenfalls ein Tetraëder, nämlich das in Fig. 11 dargeſtellte, das ſich von dem vorigen nur durch die Stellung unterſcheidet, indem es da, wo man bei erſterem eine Fläche wahrnimmt, eine Ecke zeigt und umgekehrt. Je nachdem man ſich alſo die einen oder die anderen abwechſelnden Flächen ausgedehnt denkt, entſtehen aus dem Oktaëder immer zwei Tetraëder, die mathematiſch einander vollkommen

*) Das gleichkantige Pentagon-Dodekaëder der Geometrie mit gleichen ebenen Winkeln von je 108° kann an Kryſtallen nicht vorkommen.

gleich sind und sich nur durch ihre Stellung unterscheiden, indem das eine gegen das andere um seine senkrechte Achse um 90° gedreht erscheint. Man bezeichnet die beiden Tetraëder als Haupt- und Gegentetraëder oder als erstes und zweites Tetraëder und betrachtet als erstes Tetraëder dasjenige, welches durch Vergrößern der rechten oberen vorderen Oktaëderfläche und deren abwechselnden Flächen entsteht (Fig. 11), als zweites Tetraëder dasjenige, welches durch Ausdehnung der linken oberen vorderen Oktaëderfläche und deren abwechselnde Flächen entsteht (Fig. 10). Es ist einleuchtend, daß bei jeder Hemiëdrie (auch in anderen Krystallsystemen) in ähnlicher Weise zwei halbflächige Formen entstehen müssen, welche sich gegenseitig zur vollflächigen Form ergänzen und, weil sie bei völliger Gleichheit einen Gegensatz in der Stellung zeigen, Gegenkörper genannt worden sind.

Der Pyramiden-Vierflächner entsteht aus dem Vierundzwanzigflächner, wenn man sich an demselben die vier um die dreikantigen Ecken liegenden Flächengruppen abwechselnd so weit vergrößert denkt, bis die dazwischen liegenden Flächengruppen verschwinden. Denkt man sich an dem Vierundzwanzigflächner, Fig. 13, die abwechselnden weißen Flächengruppen vergrößert, bis die schattierten verschwinden, so erhält man den Pyramiden-Vierflächner, Fig. 12; denkt man sich dagegen die schattierten Flächengruppen abwechselnd vergrößert, so entsteht der Pyramiden-Vierflächner Fig. 14. Die Pyramiden-Vierflächner sind also Halbflächner des Vierundzwanzigflächners.

Der Deltoïd-Zwölfflächner geht aus dem Pyramiden-Achtflächner auf dieselbe Weise hervor, wie der Pyramiden-Vierflächner aus dem Vierundzwanzigflächner, nämlich durch abwechselnde Vergrößerung der vier um die dreikantigen Ecken liegenden Flächengruppen, bis die dazwischen liegenden verschwinden, wie dies die Figuren 16, 15, 17 veranschaulichen. Die Deltoïd-Zwölfflächner sind also halbflächige Formen des Pyramiden-Achtflächners.

Der gebrochene Pyramiden-Vierflächner geht aus dem Achtundvierzigflächner hervor, wenn man sich die vier um die sechsflächigen Ecken liegenden Flächengruppen bis zum Verschwinden der dazwischen liegenden vergrößert denkt, wie dies die Figuren 19, 18, 20 veranschaulichen. Die gebrochenen Pyramiden-Vierflächner sind also Halbflächner des Achtundvierzigflächners.

Der Fünfeck-Zwölfflächner entsteht aus dem Pyramidenwürfel, wenn man sich von jeder Flächengruppe desselben zwei abwechselnd liegende Flächen so vergrößert denkt, daß die dazwischen liegenden verschwinden.

Die vergrößerten Flächen müſſen ſich jedoch mit den vergrößerten Nachbarflächen immer kreuzen, d. h. es dürfen nie zwei vergrößerte Flächen zuſammen eine Kante bilden. Steht z. B. ein Pyramidenwürfel aufrecht (Fig. 22), ſo muß man ſich an der oberen und unteren Flächengruppe die vorderen und hinteren Flächen, an der rechten und linken Flächengruppe die oberen und unteren Flächen und an der vorderen und hinteren Flächengruppe die rechten und linken Flächen erweitert denken, bis alle übrigen verſchwinden. Auf dieſe Art entſteht der Fünfeck-Zwölfflächner, Fig. 21; den zweiten, dieſem bis auf die Stellung vollkommen gleichen, Fig. 23, erhält man, wenn eine gleiche Erweiterung mit der anderen Hälfte der (in Fig. 22 ſchattierten) Flächen vorgenommen wird. *Die Fünfeck-Zwölfflächner ſind alſo Halbflächner des Pyramidenwürfels.*

Der gebrochene Fünfeck-Zwölfflächner entſteht wie der gebrochene Pyramiden-Vierflächner ebenfalls aus dem Achtundvierzigflächner. Stellt man ſich dieſe Geſtalt als einen Würfel vor, deſſen Flächen je acht ungleichſeitige Dreiecke einnehmen (Fig. 25), ſo geht daraus ein Hexakisdodekaëder hervor, wenn man ſich von jeder ſolchen Flächengruppe zwei abwechſelnd liegende Flächen bis zum Verſchwinden der übrigen vergrößert denkt. Die vergrößert gedachten Flächenpaare müſſen ſich jedoch mit den benachbarten vergrößerten Flächenpaaren immer kreuzen. Die Ableitung dieſer Halbflächner (Fig. 24 u. 26) erfolgt auf dieſelbe Weiſe, wie die der Fünfeck-Zwölfflächner aus dem Pyramidenwürfel, nur daß hier Flächenpaare, am Pyramidenwürfel aber einzelne Flächen vergrößert gedacht werden. *Die gebrochenen Fünfeck-Zwölfflächner ſind alſo ebenfalls Halbflächner der Achtundvierzigflächner.*

Die bisher betrachteten einfachen Geſtalten treten ſehr häufig in *zuſammengeſetzten Formen oder Kombinationen* auf. Es iſt begreiflich, daß die Zahl derſelben wegen der zu dieſem Syſteme gehörigen vielen einfachen Formen eine ſehr große iſt, und die Kombinationen ſelbſt ſehr mannigfaltig ſind; ihre Entwickelung (vgl. Seite 11) hat daher dem Anſchein nach viele Schwierigkeiten. Wenn man aber die Zahl, Art und Lage der Flächen gehörig berückſichtigt, ſo kann man mit Beachtung weniger Regeln ſehr leicht die zuſammengeſetzten Kombinationen entwickeln, da ja allen in einer Kombination vereinigten Geſtalten dasſelbe, aus drei gleichlangen, rechtwinkligen Achſen beſtehende Achſenkreuz zu Grunde liegt. Wird nämlich irgend eine reguläre Geſtalt in die S. 15 erwähnte normale Stellung gebracht, ſo gelten folgende Regeln:

1) 4 als gleichartig erkannte Flächen*) gehören immer dem Vierflächner an.
2) 6 als gleichartig erkannte Flächen gehören immer dem Würfel an.
3) 8 als gleichartig erkannte Flächen gehören immer dem Achtflächner an.
4) 12 gleichartige Flächen, die
   a. zu je 2 parallel sind, gehören, wenn
      aa. die Achsen in (vierflächigen) Ecken enden, dem Rhomben-Zwölfflächner, wenn
      bb. die Achsen in Kanten enden, einem Fünfeck-Zwölfflächner an;
   b. nicht parallel sind, gehören, wenn
      aa. die Achsen in Kanten enden, einem Pyramidentetraëder an, wenn
      bb. die Achsen in Ecken enden, einem Deltoïd-Zwölfflächner an.
5) 24 gleichartige Flächen, die
   a. nicht parallel sind, gehören immer einem gebrochenen Pyramiden-Vierflächner an,
   b. parallel sind, gehören, wenn
      aa. die Achsen in den achtflächigen Ecken enden, einem Pyramidenoktaëder an, wenn
      bb. die Achsen in den vierflächigen Ecken enden, die Flächen der Gestalt aber bei ihrer Ausdehnung außerdem noch sechsflächige Ecken bilden, einem Pyramidenwürfel an,
      cc. die Achsen in vierflächigen gleichkantigen Ecken enden, die Flächen der Gestalt aber bei ihrer Ausdehnung keine sechskantigen Ecken bilden können, einem Vierundzwanzigflächner an,
      dd. die Achsen in vierflächigen ungleichkantigen Ecken enden, einem gebrochenen Fünfeck-Zwölfflächner an.
6) 48 gleichartige Flächen gehören immer einem Achtundvierzigflächner an.

Wir wollen nun diese Regeln an einigen Beispielen erläutern. Angenommen, es sei die Kombination Taf. 2, Fig. 29, zu entwickeln. Die drei rechtwinkligen gleichlangen Achsen verbinden die Mittelpunkte

*) d. h. wenn deren nur 4 vorhanden sind.

der vorherrſchenden achteckigen *) Flächen; dieſe gehören, da ſie ihrer 6 ſind, dem Würfel an. Die kleinen viereckigen Flächen (Deltoïde) ſind 24 an der Zahl, und es neigen ſich immer 8 derſelben über die Würfelflächen gegen die Achſen, ſo daß ſie achtflächige Ecken bilden müſſen, in welchen die Achſen enden; dieſe Flächen gehören daher dem Pyramidenoktaëder an, und Fig. 29 ſtellt alſo eine Kombination des Würfels mit dem Pyramidenoktaëder vor. Nach dieſem Beiſpiel werden alle übrigen auf Taf. 2 vorhandenen Kombinationen (Fig. 2—4, 7—9, 12, 14, 17, 19, 22—24, 27, 32, 34) leicht zu entwickeln ſein.

Die Kombination, Taf. 10, Fig. 6 in welcher, wie bereits erwähnt, der Bleiglanz zuweilen kryſtalliſiert, beſitzt 6 vorherrſchende achteckige Flächen, welche dem Würfel angehören. Die ſechseckigen Flächen, 8 an der Zahl, gehören dem Oktaëder an. Die 12 viereckigen Flächen, von denen je 2 parallel ſind, gehören dem Rhomben-Zwölfflächner an, weil ſich immer ihrer 4 über den Würfelflächen zuſammenneigen, und bei ihrer Ausdehnung daſelbſt vierflächige Ecken bilden müſſen, in welchen die Achſen enden. Fig. 6 ſtellt alſo eine Kombination des Würfels mit dem Achtflächner und dem Rhomben-Zwölfflächner vor.

Kombinationen anderer Art ſind die Taf. 10, Fig. 1—3 dargeſtellten Zinkblendekryſtalle. Daß Figur 1 eine Kombination des Tetraëders mit dem Gegentetraëder darſtellt, bedarf nach einem Blicke auf die Figuren 7—11 (Taf. 3), welche die Ableitung des Tetraëders aus dem Achtflächner veranſchaulichen, keiner Erläuterung. Aber auch in den Figuren 2 und 3 erkennen wir ſofort Kombinationen des Tetraëders, in Fig. 2 gehören denſelben die 4 dreieckigen Flächen, in Fig. 3 die ſechseckigen Flächen an. Aber mit welcher anderen Form iſt das Tetraëder kombiniert? Fig. 2 zeigt noch 6 ſchmale ſechseckige Flächen; dieſe müſſen alſo dem Würfel angehören, und Fig. 2 ſtellt eine Kombination des Tetraëders mit dem Würfel vor. Fig. 3 zeigt außer den

*) Die Form der Flächen wurde nur zur Erkennung derſelben angegeben; nie laſſe man ſich durch dieſelbe bei der Entwickelung einer Kombination leiten. Die Formen der Kombinationsflächen ſtimmen nie ganz genau mit den urſprünglichen Flächen der einfachen Geſtalten, welche kombiniert ſind, überein. Iſt z. B. in der Kombination des Würfels mit dem Achtflächner das erſtere mit 6 Quadraten, das letztere mit 8 gleichſeitigen Dreiecken vorhanden (Taf. 2, Fig. 3), ſo ſtimmt dies zwar mit der Anzahl und Form der Flächen des Würfels und Oktaëders überein, aber die Übereinſtimmung iſt doch keine vollſtändige (weil die Quadrate und Dreiecke der Kombination, wenn dieſe mit einem einfachen Würfel und Achtflächner parallel geſtellt wird, als eingeſchrieben in die urſprünglichen Flächen der Geſtalten erſcheinen).

Tetraëderflächen noch 12 dreieckige Flächen, welche parallel sind und bei ihrer Vergrößerung über den Tetraëderkanten 4 vierflächige Ecken bilden, in denen die Achsen enden; diese Flächen gehören also einem Rhombendodekaëder an, und Fig. 3 ist eine Kombination des Tetraëders mit dem Rhombendodekaëder.

Von den Taf. 9 dargestellten Glanzkobaltkrystallen ist Fig. 2 eine Kombination des Würfels (6 vorherrschende viereckige Flächen) mit einem Pentagondodekaëder (12 sechseckige Flächen, von denen je 2 parallel sind und je 2 über den Würfelflächen bei ihrer Vergrößerung Kanten bilden, in welche die Achsen enden). Fig. 3 ist eine Kombination des Oktaëders (8 vorherrschende sechseckige Flächen) und eines Pentagondodekaëders (12 dreieckige Flächen, die parallel sind; die Achsen enden in Kanten). Die Gestalt Fig. 4, ähnlich dem Ikosaëder der Geometrie, ist ebenfalls eine Kombination des Oktaëders und eines Pentagondodekaëders, aber die Flächen beider Gestalten sind im Gleichgewicht ausgebildet. Fig. 5 stellt eine Kombination eines Pentagondodekaëders (12 vorherrschende siebeneckige Flächen) und des Oktaëders (8 dreieckige Flächen), Fig. 6 eine Kombination eines Pentagondodekaëders (12 vorherrschende sechseckige Flächen) und des Würfels (6 rechteckige Flächen) vor.

Die angeführten Beispiele zeigen, daß die vollflächigen Gestalten unter einander und mit den halbflächigen Gestalten und ebenso die halbflächigen Gestalten unter einander und mit den vollflächigen Gestalten in Kombination treten; nie aber werden halbflächige Formen ohne parallele Flächen in Verbindung mit halbflächigen Formen mit parallelen Flächen angetroffen, und deren Flächen kommen daher auch niemals an vollflächigen Formen zusammen vor.

Am Flußspat, Rotkupfererz (Cuprit) und Granat sind sämtliche vollflächige Formen des regulären Systems beobachtet worden. Am Boracit finden sich folgende Gestalten: Würfel, Oktaëder, Rhomben-Zwölfflächner, Vierundzwanzigflächner, Achtundvierzigflächner, Tetraëder, Pyramidentetraëder und gebrochene Pyramiden-Tetraëder. Bei manchen Kombinationen steigt die Zahl der Flächen auf 62.

Bei der großen Mannigfaltigkeit der Flächen, die sich oft an einem einzigen Krystall zeigen, war es ein notwendiges Bedürfnis, möglichst kurz und doch leicht verständlich und klar diese verschiedenen Arten von Flächen bezeichnen zu können. Zu diesem Zwecke sind gewisse Zeichen ausgedacht worden, welche sich zunächst immer nur auf eine Fläche einer einfachen Gestalt beziehen, indem sie jedesmal angeben, in welchem Ver-

hältnis ſich dieſelbe zu den Achſen befindet, in welchem Verhältnis ſie dieſelben ſchneidet oder wenigſtens bei gehöriger Ausdehnung der Fläche oder Verlängerung der Achſen dieſe ſchneiden würde; da aber die Flächen einer einfachen Geſtalt ſtets gleichartig ſind und alle ſomit gegen die Achſen genau dieſelbe Lage haben, ſo werden jene Zeichen auch auf die ganze einfache Geſtalt angewendet; man hat daher bei zuſammengeſetzten Formen oder Kombinationen nur jede der verſchiedenen Arten von Flächen mit einem Zeichen zu verſehen, ebenſo wie es genügt, für eine einfache Form das Zeichen einer Fläche hinzuſetzen.

Bei der als Grundform des regulären Kryſtallſyſtems angenommenen Form, dem Achtflächner oder Oktaëder, berührt jede Fläche alle drei Achſen in gleicher Weiſe, oder, beſtimmter angedeutet, ſie ſchneidet alle drei Halbachſen in gleicher Entfernung vom Mittelpunkte; bezeichnet man nun die urſprüngliche Länge einer Achſe mit O, ſo iſt das Zeichen für das Oktaëder O O O. Es ſoll damit alſo ausgedrückt werden, daß alle drei Achſen bei ihrer Berührung mit den Flächen gleiche Länge haben.

Bei dem Rhomben-Zwölfflächner oder Rhombendodekaëder berührt jede Fläche nicht alle drei Achſen, ſondern nur zwei derſelben, und die dritte Achſe läuft der gedachten Fläche parallel. Wie weit auch die dritte Achſe und die Fläche verlängert werden mögen, ſie werden doch nie zuſammentreffen, oder, was dasſelbe ſagen will, ſie treffen erſt in einer unendlichen Verlängerung zuſammen. Man muß ſich über dieſen Gedanken keine Skrupel machen; er tritt nur auf, weil man durch ihn zu einer einfachen Bezeichnung kommt und weil er die Allgemeinheit der Formel rettet. Das Zeichen für die Unendlichkeit iſt ∞. Das Verhältnis der drei Achſen zu einer Fläche des Rhombendodekaëders wird daher durch die Formel ∞ O O ausgedrückt. Die Formel ſagt alſo, daß zwei Achſen in ihrer urſprünglichen Länge mit einer Fläche zuſammentreffen, die dritte aber erſt in einer unendlichen Verlängerung.

Was bei dem Rhomben-Zwölfflächner für eine Achſe galt, gilt bei dem Würfel für zwei Achſen. Nur eine Achſe wird in ihrer urſprünglichen Lage geſchnitten, zwei laufen der Fläche parallel oder werden, wie man eben ſagt, in der Unendlichkeit geſchnitten; der Würfel wird daher mit ∞ O ∞ bezeichnet.

Bei dem Pyramidenoktaëder werden wiederum zwei Achſen in ihrer urſprünglichen Länge geſchnitten, die dritte läuft der Fläche aber nicht parallel, ſchneidet ſie freilich auch in ihrer jetzigen Größe nicht, wohl aber, wenn man Fläche und Achſe bis zu einem gewiſſen Grade ſich verlängert denkt. Die Richtung beider bleibt ſelbſtverſtändlich dieſelbe.

Nun sind aber nicht alle Pyramidenoktaëder einander gleich, bei dem einen sind die auf der Oktaëderfläche errichteten Pyramiden flacher, bei dem andern steiler, und so kann man im allgemeinen auch nicht durch eine bestimmte Zahl angeben, um wieviel die dritte Achse verlängert werden muß, um mit der gleichfalls ausgedehnten Fläche zusammenzutreffen; es kann die verlängerte Achse die ursprüngliche 2-, $2\frac{1}{2}$-, 3- und mehrmal übertreffen. Sagt man nun: „sie übertrifft die ursprüngliche Länge der Achse m mal" und denkt man sich unter m jede mögliche Zahl über 1, so wird die Formel m O O in allen Fällen zutreffend sein.

Bei dem Vierundzwanzigflächner oder Ikositetraëder gilt dasselbe für zwei Achsen, was bei dem Pyramidenoktaëder nur für eine galt. Zwei Achsen werden erst in einer gewissen aber gleichen Verlängerung mit der ausgedehnten Fläche zusammentreffen, die dritte Achse wird aber in ihrer ursprünglichen Länge geschnitten. Diese Form erhält daher, wenn man unter m dieselben Zahlen wie vorhin versteht, die Formel m O m.

Bei dem Pyramidenwürfel läuft immer eine Fläche mit einer Achse parallel, mit einer anderen trifft sie erst in einer bestimmten Verlängerung zusammen, die bei verschiedenen Pyramidenwürfeln in ihrer Größe wechselt und mit n bezeichnet wird; die dritte Achse wird in ihrer ursprünglichen Länge geschnitten; die Formel ∞ O n ist daher für diese Gestalt leicht erklärlich.

Bei dem Achtundvierzigflächner oder Hexakisoktaëder wird eine Achse in ihrer ursprünglichen Länge geschnitten, die zwei anderen aber in Verlängerungen, die in ihrer Größe nicht übereinstimmen und daher durch zwei verschiedene Buchstaben, m und n, ausgedrückt werden; das Hexakisoktaëder wird demnach durch die Formel m O n bezeichnet.

Da man nun diese Formeln in der Regel so kurz als möglich schreibt, so wird das Oktaëder statt durch ein dreifaches O mit einem einzigen O bezeichnet; das Rhombendodekaëder bezeichnet man statt durch ∞ O O mit ∞ O und das Pyramidenoktaëder statt durch m O O mit m O, ohne daß ein Mißverständnis hervorgerufen wird.

Mit Hilfe der angeführten Formeln lassen sich leicht die Beziehungen der verschienenen Formen zu einander erkennen. Wird in m O das m größer und immer größer, so entsteht daraus ∞ O oder aus dem Pyramidenoktaëder entsteht das Rhombendodekaëder; auf dieselbe Weise entsteht aus dem Ikositetraëder m O m der Würfel ∞ O ∞; aus dem Pyramidenwürfel entsteht durch Vergrößerung von n ebenfalls der Würfel ∞ O ∞. Das Hexakisoktaëder m O n birgt alle Formen in sich; werden nämlich m und n zu 1, so entsteht das Oktaëder; wird nur n zu 1,

das Pyramidenoktaëder, wird m gleich n das Ikoſitetraëder, wird m unendlich groß und n zu 1 das Rhombendodekaëder, und wenn n unverändert bleibt, der Pyramidenwürfel; werden endlich m wie n unendlich groß, ſo entſteht der Würfel. Man wird jetzt auch leicht einſehen, daß es nur ein Oktaëder, einen Würfel, ein Rhombendodekaëder geben kann, während es je nach der Größe von m und n mehrere Pyramidenwürfel (∞ O m), Pyramidenoktaëder (m O), Ikoſitetraëder (m O m) und Hexakisoktaëder (m O n) giebt. Die gewöhnlichſten in der Natur vorkommenden Pyramidenwürfel ſind beiſpielsweiſe $\infty O^3/_2$, $\infty O 2$ und $\infty O 3$, die gewöhnlichſten Pyramidenoktaëder $^2/_3$O, 2 O und 3 O, die gewöhnlichſten Ikoſitetraëder 2 O 2 und 3 O 3 und die gewöhnlichſten Hexakisoktaëder $3 O^3/_2$, 4 O 2 und $5 O^5/_3$.

Die halbflächigen Geſtalten werden in einfachſter Weiſe durch einen Bruch bezeichnet, deſſen Zähler das Zeichen für die entſprechende vollflächige Form bildet, und deſſen Nenner die Zahl 2 iſt. So wird das Tetraëder durch $\frac{O}{2}$ bezeichnet; dieſes Zeichen deutet an, daß die Flächen gegen die Achſen ſo liegen, wie die Flächen des Oktaëders, daß ſie aber nur in halb ſo großer Anzahl als an dem Oktaëder vorhanden ſind. Kommen die zwei Tetraëder, die aus einem Oktaëder entſtehen, an einem Mineral zuſammen vor, oder unterſcheiden ſie ſich ſonſt in ihren Eigenſchaften — bei dem Fahlerz iſt z. B. das eine geſtreift, das andere glänzend — ſo bezeichnet man das eine durch $+\frac{O}{2}$, das andere durch $-\frac{O}{2}$; es wird jedoch in den vorkommenden Fällen in der Regel nur das letztere Vorzeichen hingeſchrieben. Die Zeichen für die übrigen halbflächigen Geſtalten ſind $\frac{m O m}{2}$ und $-\frac{m O m}{2}$ für die beiden Pyramidentetraëder, $\frac{m O}{2}$ und $-\frac{m O}{2}$ für den Deltoïd-Zwölfflächner, $\frac{m O n}{2}$ und $-\frac{m O n}{2}$ für das gebrochene Pyramidentetraëder, $\frac{\infty O n}{2}$ und $-\frac{\infty O n}{2}$ für den Fünfeck-Zwölfflächner und $\left[\frac{m O n}{2}\right]$ und $-\left[\frac{m O n}{2}\right]$ für den gebrochenen Fünfeck-Zwölfflächner. Das Zeichen der letzteren Form wird alſo, um es von dem Zeichen für das gebrochene Pyramidentetraëder zu unterſcheiden, in eckige Klammern eingeſchloſſen.

Was endlich die Zeichen der zuſammengeſetzten Formen oder Kom-

binationen betrifft, so werden diese dadurch gebildet, daß man die Zeichen der verbundenen einfachen Gestalten durch einen Punkt getrennt nebeneinander schreibt. Das Zeichen der vorherrschenden Gestalt wird dabei vorangestellt. Die Taf. 2 dargestellten Kombinationen würden demnach wie folgt zu bezeichnen sein: $O.\infty O\infty$ (Fig. 2), $O.\infty O\infty$ (Fig. 3), $\infty O\infty.O$ (Fig. 4), $O.\infty O$ (Fig. 7), $O.\infty O$ (Fig. 8), $\infty O.O$ (Fig. 9), $O.2O$ (Fig. 12), $O.\infty O3$ (Fig. 14), $O.2O2$ (Fig. 17), $O.3O^3/_2$ (Fig. 19); $\infty O\infty.\infty O$ (Fig. 22), $\infty O\infty.\infty O$ (Fig. 23), $\infty O.\infty O\infty$ (Fig. 24), $\infty O\infty.\infty O3$ (Fig. 27), $\infty O\infty.2O$ (Fig. 29), $\infty O\infty.2O2$ (Fig. 32), $\infty O\infty.4O2$ (Fig. 34). Das Zeichen für den Bleiglanzkrystall Taf. 10, Fig. 6 ist $\infty O\infty.\infty O.O$; die Zinkblendekrystalle Taf. 10, Fig. 1—3 haben folgende Zeichen: $\frac{O}{2}.-\frac{O}{2}, \frac{O}{2}.\infty O\infty$ und $\frac{O}{2}.\infty O$ und die Glanzkobaltkrystalle Taf. 9, Fig. 2—6 sind auf folgende Weise zu bezeichnen: $\infty O\infty.\frac{\infty O2}{2}$, $O.\frac{\infty O2}{2}$, $O.\frac{\infty O2}{2}$, $\frac{\infty O2}{2}.O$, $\frac{\infty O2}{2}.\infty O\infty$.

Das tetragonale Krystallsystem. Die Formen dieses Systems, das auch das quadratische Krystallsystem genannt wird, besitzen nicht mehr die vollkommene Regelmäßigkeit, die den Formen des regulären Systems eigen ist; sie sind nur nach zwei Richtungen, nach rechts und links und nach vorn und hinten völlig gleich, nach einer dritten Richtung, nach oben und unten, aber anders ausgebildet. Mit den Formen des regulären Systems haben sie die Dreizahl und Rechtwinkligkeit der Achsen gemein, sie unterscheiden sich jedoch durch die ungleiche Länge derselben, da nur zwei Achsen gleichlang sind, die dritte aber ungleich, länger oder kürzer, ist. Die letztere wird als Hauptachse angesehen und also bei der Betrachtung der hierher gehörigen Formen senkrecht gestellt. Von den beiden anderen Achsen, die nun als Nebenachsen angesehen werden, wird die eine, wie bei den Formen des regulären Systems, dem Beobachter zugekehrt, so daß die andere quer vor demselben verläuft. Die Namen tetragonales System und quadratisches System beziehen sich darauf, daß die Figur, welche man erhält, wenn man die Endpunkte der Nebenachsen durch gerade Linien verbindet, ein Quadrat oder Tetragon ist.

Die wichtigsten Formen des tetragonalen Krystallsystems sind die tetragonalen Pyramiden, die achtseitigen Pyramiden, die tetragonalen Prismen, die achtseitigen Prismen und die basische Endfläche.

Die tetragonalen Pyramiden (Taf. 4, Fig. 2—4), welche dem Oktaëder des regulären Syſtems entſprechen und nicht ſelten auch tetragonale oder quadratiſche Oktaëder genannt werden, ſind zwar nach geometriſchen Begriffen keine einfachen Pyramiden, ſondern vierſeitige Doppelpyramiden; da aber einfache Pyramiden als Kryſtallformen nicht vorkommen, ſo werden ſie kurz als Pyramiden bezeichnet. Sie ſind von 8 gleichſchenkligen Dreiecken begrenzt, die in 12 Kanten zuſammenſtoßen und 6 Ecken bilden. Von den Kanten ſind 8, die Endkanten (ſo genannt, weil ſie von den Enden der Hauptachſe ausgehen), unter ſich gleich und länger oder kürzer als die vier anderen, die Mittelkanten (ſo genannt, weil ſie um die Mitte der Kryſtallform liegen), welche aber ebenfalls unter ſich gleich ſind. Von den Ecken ſind 2, die Endecken, vierflächig und gleichkantig, 4, die Mittelecken vierflächig und zweierleikantig. Der Schnitt, welcher durch die Mittelkanten einer tetragonalen Pyramide gelegt wird, iſt ſtets ein Quadrat; die zwei Schnitte dagegen, die durch die Endkanten gelegt werden, ſind Rhomben; der erſtere Schnitt wird die Baſis genannt. Je nach der Länge der Hauptachſe im Vergleich zu den Nebenachſen unterſcheidet man ſpitze und ſtumpfe tetragonale Pyramiden. Eine tetragonale Pyramide iſt ſpitz, wenn ihre Hauptachſe länger (Taf. 4, Fig. 4), ſtumpf, wenn ihre Hauptachſe kürzer iſt als die Nebenachſen (Taf. 4, Fig. 2, 3). Nach der Stellung, d. h. nach der Lage der Baſis zu den Nebenachſen, unterſcheidet man tetragonale Pyramiden erſter Art (oder erſter Ordnung) und Pyramiden zweiter Art (oder zweiter Ordnung). Bei den Pyramiden erſter Art (Taf. 4, Fig. 2—4) verbinden die Nebenachſen die Ecken der Baſis (die Mittelecken, S. 35, Fig. 1), bei den Pyramiden der zweiten Art (Taf. 4, Fig. 6), welche gegen die Pyramiden erſter Art um 45° um ihre Hauptachſe gedreht erſcheinen, verbinden die Nebenachſen die Mittelpunkte der Seiten der Baſis (die Mittelpunkte der Mittelkanten, S. 35, Fig. 2). Beide Arten kommen häufig, obwohl nur ſelten vollſtändig ausgebildet, am Zirkon, Zinnſtein, Apophyllit, Gelbbleierz vor. — Man kann ſich eine tetragonale Pyramide zweiter Art aus einer tetragonalen Pyramide erſter Art durch Abſtumpfung der 8 Endkanten der letzteren bis zum Verſchwinden der urſprünglichen Flächen entſtanden denken.

Fig. 1.

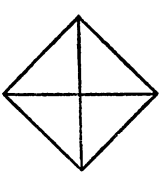
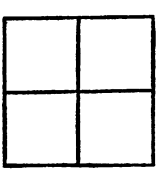


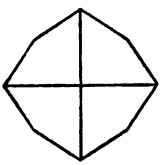
Fig. 2.



Denkt man ſich die Endkanten einer tetragonalen Pyramide zugeſchärft,

bis die ursprünglichen Flächen verschwinden, so entsteht eine achtseitige Pyramide (ditetragonale Pyramide). Die achtseitigen Pyramiden (Taf. 4, Fig. 7), die je nach der Länge der Hauptachse im Vergleich zu den Nebenachsen auch wieder spitz oder stumpf sein können, sind von 16 ungleichseitigen Dreiecken umschlossen, haben 24 Kanten und 10 Ecken. Die Basis (S. 36, Fig. 3) ist ein Achteck, das zwar lauter gleiche Seiten, aber nur abwechselnd gleiche Winkel besitzt und als symmetrisches (nicht reguläres) Achteck bezeichnet wird. Die Kanten sind von dreierlei Art, 8 längere schärfere Endkanten, 8 kürzere stumpfe Endkanten, 8 gleiche Mittelkanten. Von den Ecken sind 2, die Endecken, achtflächig, 8, die Mittelecken, vierflächig, und zwar sind 4 spitzer und 4 stumpfer. Die achtseitigen Pyramiden sind nur selten als selbständige Formen beobachtet worden, gewöhnlich treten sie untergeordnet in Kombinationen mit tetragonalen Pyramiden und anderen Formen auf, wie z. B. am Zirkon, am Vesuvian und am Zinnerz.

Fig. 3.



Denkt man sich die Hauptachse einer tetragonalen Pyramide nach und nach bis ins Unendliche verlängert, so werden die Pyramidenflächen immer steiler und steiler werden und zuletzt, bei unendlicher Verlängerung der Hauptachse, zu je zwei in eine Ebene zusammenfallen und der Hauptachse parallel laufen, oder die tetragonale Pyramide wird in eine oben und unten offene Gestalt, in ein tetragonales Prisma (Taf. 4, Fig. 5) übergehen. Ein tetragonales Prisma ist demnach eine von 4, der Hauptachse parallelen Flächen umschlossene Gestalt, deren rechtwinkliger Querschnitt ein Quadrat ist. Man nennt solche Gestalten, die den Raum für sich allein nicht vollständig begrenzen — ein tetragonales Prisma kann man sich etwa durch eine Kiste ohne Boden und Deckel veranschaulichen — im Gegensatz zu den bisher betrachteten geschlossenen Formen, offene oder ungeschlossene Gestalten. Sie können selbstverständlich nie an einem Mineral selbständig vorkommen, sondern nur in Kombinationen mit geschlossenen Formen oder anderen ungeschlossenen Formen auftreten. Es giebt zwei verschiedene tetragonale Prismen, die sich durch ihre Stellung, d. h. die Lage gegen die Nebenachsen unterscheiden, während ihre Lage gegen die Hauptachse die gleiche ist. Bei dem einen verbinden die Nebenachsen die Mittelpunkte der Seitenkanten (der senkrechten Kanten, Taf. 4, Fig. 5), bei dem andern die Mittelpunkte der Seitenflächen (Taf. 4, Fig. 8). Der Querschnitt des ersten Prisma hat also eine gleiche Lage wie die Basis einer Pyramide erster Art (S. 35,

Fig. 1), der Querſchnitt des anderen Prisma eine gleiche Lage, wie die Baſis einer Pyramide der zweiten Art (S. 35, Fig. 2); man bezeichnet daher auch jenes Prisma als Prisma erſter Art oder kurz als erſtes Prisma, das andere als Prisma zweiter Art oder kurz als zweites Prisma. — Das zweite tetragonale Prisma geht aus einer tetragonalen Pyramide der zweiten Art durch unendliche Verlängerung der Hauptachſe (oder aus dem erſten tetragonalen Prisma durch Abſtumpfung der Seitenkanten) hervor. — Denkt man ſich die Hauptachſe einer achtſeitigen Pyramide bis ins Unendliche verlängert (oder die Seitenkanten eines tetragonalen Prismas zugeſchärft), ſo entſteht ein achtſeitiges Prisma (ditetragonales Prisma, Taf. 4, Fig. 9). Die achtſeitigen Prismen ſind von 8, der Hauptachſe parallelen Flächen begrenzte, ungeſchloſſene Formen, deren Querſchnitt ein ſymmetriſches Achteck iſt. Sie haben zweierlei Seitenkanten, 4 ſchärfere und 4 ſtumpfere, welche miteinander abwechſeln. Sehr niedrige Prismen werden Tafeln genannt; Taf. 4, Fig. 10 ſtellt eine tetragonale, Taf. 4, Fig. 11 eine achtſeitige Tafel dar.

Denkt man ſich die Hauptachſe einer tetragonalen Pyramide nach und nach ſo weit verkürzt, daß ihre Länge gleich Null wird, ſo werden die vier Pyramidenflächen jeder Endecke zuletzt in eine ebene Fläche zuſammenfallen, und die Pyramide wird in zwei unter ſich und mit den Nebenachſen parallele Flächen übergehen, die in den Lehrbüchern der Kryſtallographie als baſiſche Endfläche (gerade Endfläche, baſiſches Pinakoid, Taf. 4, Fig. 1) aufgeführt werden. Die baſiſche Endfläche, d. i. alſo das der Baſis parallele Flächenpaar, vermag natürlich den Raum ebenſo wenig zu begrenzen, als die Prismen, denn während dieſe in der Richtung der Hauptachſe offen ſind, iſt die baſiſche Endfläche in der Richtung der Nebenachſen offen; ſie kann daher auch nie ſelbſtändig an einem Mineral vorkommen, ſondern nur in Kombinationen auftreten. Die in Taf. 4, Fig. 5 und 8—11 gezeichneten Endflächen der Säulen gehören daher auch nicht mit zu den Formen, welche jene Figuren darſtellen ſollen, ſondern jene Figuren ſtellen ſchon Kombinationen der tetragonalen Prismen mit der baſiſchen Endfläche vor.

Halbflächige oder hemiëdriſche Formen ſind im tetragonalen Kryſtallſyſtem ſelten; die wichtigſten derartigen Formen ſind die tetragonalen Keilflächner (tetragonalen Sphenoïde oder Sphenoëder, Taf. 4, Fig. 12 und 15). Sie ſind von 4 gleichſchenkligen Dreiecken begrenzt, haben 6 Kanten von zweierlei Art (2 wagerechte parallele Endkanten und 4 Seitenkanten, welche im Zickzack auf- und abſteigen) und 4 drei-

flächige Ecken. Die Hauptachsen verbinden die Mittelpunkte der beiden Endkanten, die Nebenachsen diejenigen der gegenüberliegenden Seitenkanten. Die tetragonalen Sphenoëder haben viel Ähnlichkeit mit dem Tetraëder des regulären Systems und werden, wie dieses aus dem Oktaëder, aus den tetragonalen Pyramiden erster Art durch Vergrößerung der abwechselnden einzelnen Flächen abgeleitet. Sie kommen selbständig am Kupferkies vor.

Wie in dem regulären Krystallsystem das reguläre Oktaëder, so ist in dem tetragonalen System eine tetragonale Pyramide die Form, welche in den einfachsten Beziehungen zu den drei Achsen des Systems steht, und auf welche daher alle übrigen Formen des Systems bezogen werden. Während aber das reguläre Oktaëder die einzige Form ihrer Art war, ist die Zahl der tetragonalen Pyramiden unendlich groß, und eine einzige derselben kann nicht als Grundgestalt für alle Mineralien dienen, welche im tetragonalen Systeme krystallisieren, sondern man muß vielmehr für verschiedene Mineralarten in der Regel verschiedene Grundformen annehmen. Nimmt man nun bei einer Mineralart eine bestimmte Pyramide, die man als eine Pyramide der ersten Art betrachtet, als Grundform an, und bezeichnet man dieselbe mit P (Taf. 4, Fig. 3), so ist das Zeichen einer daraus abgeleiteten Pyramide der ersten Art allgemein mP, wobei m größer oder kleiner als 1 sein kann und angiebt, wie sich die Hauptachse der abgeleiteten Pyramide zur Hauptachse der Grundform verhält. Am häufigsten ist die Hauptachse der abgeleiteten Pyramiden $^1/_2$mal, 2mal oder 3mal so groß als die der Grundform, und jene sind demnach durch $^1/_2$P (Taf. 4, Fig. 2), 2P (Taf. 4, Fig. 4), 3P zu bezeichnen. (Vgl. auch S. 16.) — Während bei der Grundform jede Fläche beide Nebenachsen in ihrer ursprünglichen Länge schneidet (S. 35, Fig. 1), wird jede Fläche einer Pyramide zweiter Art nur eine der beiden Nebenachsen in ihrer ursprünglichen Länge schneiden, der anderen aber parallel laufen (oder dieselbe erst in unendlicher Verlängerung schneiden, S. 35, Fig. 2); man bezeichnet deshalb eine Pyramide zweiter Art mit mP∞. (Die Zeichen m, n, ∞ beziehen sich, wenn sie vor dem Zeichen der Grundform stehen, auf die Hauptachse, hinter demselben auf eine der Nebenachsen.) Eine der häufiger vorkommenden Pyramiden zweiter Art ist 2P∞. — Bei einer achtseitigen Pyramide schneidet jede Fläche (S. 39, Fig. 4) die eine Nebenachse in ihrer ursprünglichen Länge, die andere aber erst, wenn man sich dieselbe (und auch die Fläche) bis zu einem gewissen Grade verlängert denkt; die achtseitige Pyramide hat daher das Zeichen mPn erhalten, wobei n immer größer sein muß als 1. Am häufigsten kommen für n die Werte $^3/_2$, 2, 3 vor. Ist $n = \infty$, so geht die acht-

ſeitige Pyramide in eine tetragonale Pyramide zweiter Art ($mP\infty$) über (S. 39, Fig. 5). Übrigens kann n auch den gleichen Wert wie m

Fig. 4.

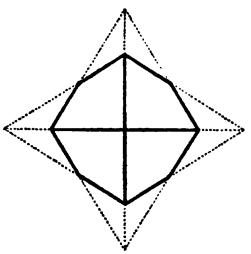
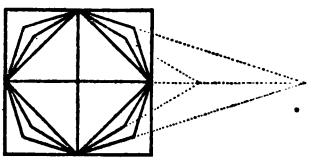


Fig. 5.



haben. — Da man ſich ein tetragonales Prisma durch unendliche Verlängerung der Hauptachſe aus der Grundform entſtanden denken kann, alſo dadurch, daß $m = \infty$ wird, ſo pflegt man das tetragonale Prisma erſter Art mit ∞P zu bezeichnen; das tetragonale Prisma zweiter Art dagegen erhält das Zeichen $\infty P\infty$, weil bei dieſem, wie bei der tetragonalen Pyramide zweiter Art, immer eine Nebenachſe mit einer Fläche parallel läuft. — Die baſiſche Endfläche, welche dadurch aus der Grundform hervorgeht, daß deren Hauptachſe unendlich verkürzt oder gleich Null gedacht wird, bezeichnet man mit 0P. — Das allgemeine Zeichen der achtſeitigen Säule, die man ſich ja auch durch unendliche Verlängerung der Hauptachſe der achtſeitigen Pyramide entſtanden denken kann, iſt ∞Pn. — Die tetragonalen Keilflächner endlich, welche aus den tetragonalen Pyramiden erſter Art (mP) abgeleitet werden, werden entſprechend dem regulären Tetraëder mit $\frac{mP}{2}$ (Taf. 4, Fig. 15) und $-\frac{mP}{2}$ (Taf. 4, Fig. 12) bezeichnet.

Wie die einfachen Formen des regulären Syſtems, ſo treten auch die einfachen Formen des tetragonalen Syſtems häufig in zuſammengeſetzten Formen oder in Kombinationen auf. Die Kombinationen der tetragonalen Säule mit der geraden Endfläche ($\infty P.0P$) ſind bereits S. 37 erwähnt worden. Andere häufiger vorkommende Kombinationen ſtellen die Taf. 14 veranſchaulichten Zirkonkryſtalle Fig. 1—4 dar, und zwar Fig. 1 eine Kombination der tetragonalen Säule erſter Art mit der Grundpyramide ($\infty P.P$), Fig. 2 eine Kombination der tetragonalen Säule zweiter Art mit der Grundpyramide ($\infty P\infty.P$); Fig. 3 ſtellt die Kombination Fig. 1 mit der Säule zweiter Art ($\infty P.P.\infty P\infty$), Fig. 4 die Kombination Fig. 2 mit der Säule erſter Art ($\infty P\infty.P.\infty P$)

dar. Der Apophyllitkrystall Taf. 13, Fig. 5 ist eine Kombination der Grundpyramide mit der tetragonalen Säule zweiter Art und der geraden Endfläche (P.∞P∞.0P). Der Taf. 4, Fig. 16 dargestellte Krystall von schwefelsaurem Nickeloxydul zeigt eine Kombination der Grundpyramide P mit der Einhalbpyramide (P.$^1/_2$P), der Schwefelkrystall Taf. 9, Fig. 3 eine Kombination der Grundpyramide P mit der Eindrittelpyramide (P.$^1/_3$P).

Für die Entwickelung der Kombinationen des tetragonalen Systems, welche übrigens ziemlich leicht ist, gelten, wenn die Hauptachse des Krystalls senkrecht gestellt ist, folgende Regeln:

1) Je 4 gleichartige, nach dem Ende der Hauptachse geneigte Flächen, die einander parallel sind, gehören immer einer tetragonalen Pyramide an. Die Beurteilung und Angabe der Stellung derselben hängt von der gewählten Grundform ab.
2) Je 8 gleichartige, nach dem Ende der Hauptachse geneigte Flächen gehören immer einer achtseitigen Pyramide an.
3) Je 4 gleichartige, der Hauptsache parallele Flächen gehören einem tetragonalen, je 8 derartige Flächen einem achtseitigen Prisma an.
4) Die basische Endfläche liegt immer rechtwinklig zur Hauptachse.

So zeigt z. B. der Zinnerzkrystall Taf. 11, Fig. 4 acht gleichartige viereckige Flächen, welche gegen das Ende der Hauptachse geneigt sind und also einer achtseitigen Pyramide angehören; 4 gleichartige viereckige Flächen, die sich ebenfalls dem Ende der Hauptachse zuneigen, liegen an der Spitze des Krystalls und gehören demnach einer tetragonalen Pyramide an; 4 gleichartige sechseckige Flächen in der Mitte des Krystalls, welche der Hauptachse parallel liegen, gehören einem tetragonalen Prisma erster Art an; die krystallographische Bezeichnung des Krystalls ist 3P$^3/_2$.P.∞P. — Der tafelförmige Gelbbleierzkrystall Taf. 10, Fig. 4 zeigt eine rechtwinklig zur Hauptachse liegende Fläche, die basische Endfläche 0P, 4 angrenzende gleichartige viereckige, gegen die Hauptachse geneigte Flächen, welche einer tetragonalen Pyramide $^1/_3$P angehören und unter diesen 4 ebensolche Flächen, welche einer steileren Pyramide, der Grundpyramide P angehören, so daß der ganze Krystall also durch 0P.P.$^1/_3$P zu bezeichnen sein würde.

Daß an manchen Mineralien die Gestalten des tetragonalen Krystallsystems sehr zahlreich auftreten, sehen wir am Vesuvian, an welchem nicht weniger als 17 verschiedene tetragonale Pyramiden erster und 5 verschiedene tetragonale Pyramiden zweiter Art, 17 achtseitige Pyra-

miden und 4 achtſeitige Prismen nebſt der baſiſchen Endfläche beobachtet worden ſind.

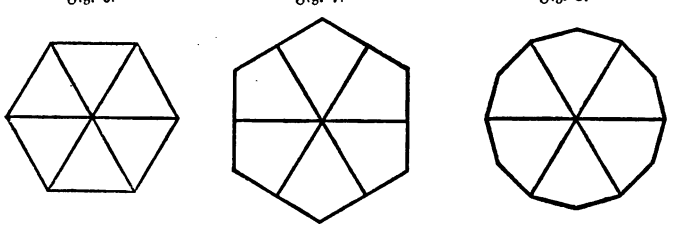
Das hexagonale Kryſtallſyſtem. Die hierher gehörigen Formen, welche nach drei Richtungen völlig gleich, nach einer vierten Richtung aber anders ausgebildet ſind, laſſen ſich zwar auch, wie die bisher beſchriebenen Geſtalten, in Beziehung zu drei aufeinander rechtwinkligen Achſen betrachten; man würde aber bei dieſer Betrachtungsweiſe der Natur offenbar Gewalt anthun und Gleichartiges in weſentlich verſchiedene Lagen bringen und als Verſchiedenes bezeichnen müſſen. Man denkt ſich daher mit Recht durch die hierher gehörigen Formen vier Achſen gelegt, von denen drei gleichlang ſind, in einer Ebene liegen und ſich unter Winkeln von 60° ſchneiden, während die vierte ungleich, länger oder kürzer iſt und auf den drei gleichlangen rechtwinklig ſteht. Die letztere wird wegen ihrer abweichenden Größe und Lage als Hauptachſe angeſehen und alſo ſenkrecht geſtellt; die drei anderen Achſen gelten als Nebenachſen; man pflegt ſie ſo zu richten, daß eine von ihnen quer vor dem Beobachter verläuft. Mit dem tetragonalen Syſtem hat das hexagonale inſofern große Ähnlichkeit, als außer der Hauptachſe keine andere Achſe einzeln vorkommt. Die Formen dieſer beiden Syſteme ſind daher leicht von denen aller übrigen Syſteme zu unterſcheiden, unter ſich aber ſchon dadurch, daß die gleichartigen Flächen der tetragonalen Formen zu 4, 8, 16, die der hexagonalen Formen zu 6, 12, 24 vorhanden ſind. Der Name des Syſtems bezieht ſich darauf, daß die Endpunkte der Nebenachſen, untereinander durch gerade Linien verbunden, ein regelmäßiges Sechseck oder *Hexagon* geben.

Die wichtigſten Formen des hexagonalen Syſtems ſind die *hexagonalen Pyramiden*, die *zwölfſeitigen Pyramiden*, die *hexagonalen Prismen*, die *zwölfſeitigen Prismen*, die *baſiſche Endfläche*, die *Rhomboëder* und *Skalenoëder*.

Die *hexagonalen Pyramiden* (Doppelpyramiden, Taf. 5, Fig. 1) ſind von 12 gleichſchenkligen Dreiecken begrenzt, haben 12 Kanten und 8 Ecken. Von den Kanten ſind 12, die Endkanten, unter ſich gleich und länger als die 6 anderen, die Mittelkanten, die aber ebenfalls unter ſich gleich ſind. Von den Ecken ſind 2, die Endecken, ſechsflächig und gleichkantig, dagegen 6, die Mittelecken, vierflächig und zweierleikantig. Der durch die Mittelkanten gelegte Schnitt iſt ein reguläres Sechseck und heißt *Baſis*; die durch zwei parallele Endkanten gelegten Schnitte ſind Rhomben. Wie es zahlreiche tetragonale Pyramiden gab, ſo giebt es auch eine große Anzahl von hexagonalen Pyramiden, und wie jene, ſo

unterscheiden sich auch diese sowohl durch die Länge der Hauptachse, als auch durch ihre Stellung. Nach der Länge der Hauptachse unterscheidet man *spitze* und *stumpfe* hexagonale Pyramiden, ohne indes eine scharfe Grenze zu ziehen. Nach der Stellung, d. i. nach der Lage der Basis zu den Nebenachsen, unterscheidet man hexagonale Pyramiden *erster Art* und hexagonale Pyramiden *zweiter Art*. Bei den Pyramiden erster Art verbinden die Nebenachsen die Ecken der Basis (die Mittelecken, S. 42, Fig. 6), bei den Pyramiden der zweiten Art, welche gegen die erster Art um 30° gedreht erscheinen, verbinden die Nebenachsen die Mittelpunkte der Seiten der Basis (die Mittelpunkte der Mittelkanten, S. 42, Fig. 7). Man kann sich eine hexagonale Pyramide zweiter Art aus einer hexagonalen Pyramide erster Art dadurch entstanden denken, daß die 12 Endkanten der letzteren bis zum Verschwinden der ursprünglichen Flächen abgestumpft worden sind. Die hexagonale Pyramide kommt selbständig am Quarz vor. — Durch Zuschärfung der Endkanten geht aus einer hexagonalen Pyramide eine *zwölfseitige Pyramide* (dihexagonale Pyramide, Taf. 6, Fig. 3) hervor. Die zwölfseitigen Pyramiden sind von 24 ungleichseitigen Drei-

Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8.



ecken umschlossen und haben daher dreierlei Kanten, 12 längere schärfere und 12 kürzere stumpfere Endkanten und 12 gleiche Mittelkanten. Von den 14 Ecken sind 2, die Endecken, zwölfflächig, 12, die Mittelkanten, vierflächig, und zwar 6 spitzer, 6 stumpfer. Der durch die Mittelkanten gelegte Schnitt, die Basis, ist ein gleichseitiges Zwölfeck (Dihexagon, S. 42, Fig. 8) von abwechselnd gleichen Winkeln. Zwölfseitige Pyramiden sind am Beryll und sehr selten am Apatit als untergeordnete Formen in Kombinationen beobachtet worden.

Denkt man sich die Hauptachse einer hexagonalen Pyramide unendlich verlängert, so entsteht aus derselben, ebenso wie im tetragonalen Systeme aus der tetragonalen Pyramide, eine ungeschlossene, oben und unten offene Form, ein *hexagonales Prisma* (Taf. 5, Fig. 2).

Die hexagonalen Prismen ſind von 6, der Hauptachſe parallelen Flächen begrenzt, welche ſich unter Winkeln von 120° ſchneiden; ihr rechtwinkliger Querſchnitt iſt ein regelmäßiges Sechseck. Man unterſcheidet zwei verſchiedene hexagonale Prismen, die ſich durch ihre gegenſeitige Stellung ebenſo unterſcheiden, wie die beiden tetragonalen Prismen. Bei dem einen verbinden die Nebenachſen die Mittelpunkte der Seitenkanten, bei dem anderen die Mittelpunkte der Seitenflächen. Der Querſchnitt des erſten Prisma hat alſo eine gleiche Lage, wie die Baſis einer Pyramide erſter Art, der Querſchnitt des andern Prisma eine gleiche Lage, wie die Baſis einer Pyramide zweiter Art; jenes Prisma wird daher auch als Prisma erſter Art, das andere als Prisma zweiter Art bezeichnet. Da es nur ein hexagonales Prisma erſter Art und ebenſo nur ein Prisma zweiter Art giebt, ſo pflegt man dieſe häufig vorkommenden Formen kurzweg als erſtes und zweites Prisma aufzuführen. Sehr niedrige hexagonale Prismen heißen Tafeln (Taf. 5, Fig. 3). Da die hexagonalen Prismen, wie die Prismen aller übrigen Kryſtallſyſteme, ungeſchloſſene Formen ſind, ſo können ſie nur in Verbindung mit anderen Formen auftreten. — Das zweite hexagonale Prisma kann man ſich durch unendliche Verlängerung der Hauptachſe aus einer hexagonalen Pyramide zweiter Art oder durch Abſtumpfung der Seitenkanten aus dem erſten hexagonalen Prisma entſtanden denken. — Denkt man ſich die Hauptachſe einer hexagonalen Pyramide unendlich verkürzt, ſo entſteht die baſiſche Endfläche (das baſiſche Pinakoid), das den Nebenachſen (der Baſis) parallele Flächenpaar, welches ebenſo wenig als die hexagonalen Prismen einer ſelbſtändigen Ausbildung fähig iſt und daher nur in Kombinationen auftreten kann. Häufig kommt die baſiſche Endfläche in Verbindung mit dem hexagonalen Prisma vor, welches durch ſie oben und unten geſchloſſen wird (Taf. 5, Fig. 2), zuweilen iſt ſie auch an demſelben vorherrſchend (Taf. 5, Fig. 3). Vgl. S. 37. — Denkt man ſich die Hauptachſe einer zwölfſeitigen Pyramide bis ins Unendliche verlängert (oder die Seitenkanten eines hexagonalen Prisma zugeſchärft), ſo entſteht ein zwölfſeitiges Prisma (dihexagonales Prisma, Taf. 5, Fig. 5). Die zwölfſeitigen Prismen ſind von 12 der Hauptachſe parallelen Flächen begrenzte Formen, deren 12 Seitenkanten abwechſelnd ſchärfer und ſtumpfer ſind; ihr Querſchnitt iſt ein Zwölfeck, das der Baſis der zwölfſeitigen Pyramiden gleicht. Ein zwölfſeitiges Prisma kommt, wenn auch ſelten, am Beryll vor.

Wenn wir irgend eine hexagonale Pyramide, die wir als Pyramide erſter Art anſehen, als Grundform wählen und mit P bezeichnen, ſo er-

folgt zunächst die Ableitung der sämtlichen spitzeren und stumpferen Pyramiden erster Art aus derselben auf gleiche Weise, wie für die Pyramiden des tetragonalen Systems angegeben wurde. Das allgemeine Zeichen einer abgeleiteten Pyramide erster Art wird wieder m P sein, wobei m größer oder kleiner als 1 sein kann. Eine aus der Grundform abgeleitete Pyramide zweiter Art hat eine solche Flächenlage, daß jede Fläche nur eine Nebenachse unmittelbar (S. 44, Fig. 9), je eine der benachbarten Nebenachsen aber erst in einer bestimmten Verlängerung, nämlich

Fig. 9.

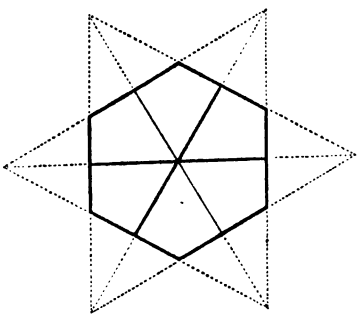
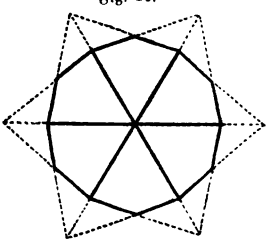


Fig. 10.



erst in doppelter Länge vom Mittelpunkte (die Fläche natürlich auch verlängert gedacht) schneidet. Bedeutet nun n die Zahl, welche angiebt, wievielmal eine benachbarte Nebenachse verlängert werden muß, um von der betreffenden Fläche geschnitten zu werden, so wird die von der Grundform abgeleitete Pyramide zweiter Art bei unveränderter Hauptachse mit P 2, bei veränderter Hauptachse mit m P 2 zu bezeichnen sein. Bei einer zwölfseitigen Pyramide schneidet jede Fläche (S. 44, Fig. 10) zwei benachbarte Nebenachsen in ungleicher Entfernung vom Mittelpunkte, nämlich die eine unmittelbar oder in ihrer ursprünglichen Länge, die andere, wenn sie bis zu einem gewissen Grade, allgemein ausgedrückt, um n verlängert gedacht wird, wobei jedoch n in seinem Werte immer zwischen 1 und 2 bleiben muß, weil in dem Falle, daß n den Wert 2 erreicht, die betreffende Fläche zur Fläche einer hexagonalen Pyramide zweiter Art wird, und die zwölfseitige Pyramide in eine hexagonale Pyramide zweiter Art übergeht. Das allgemeine Zeichen der zwölfseitigen Pyramide ist demnach, wenn deren Hauptachse in demselben Verhältnis wie die Grundachse geschnitten wird, P n, im andern Falle m P n. Da man sich die Entstehungsweise der Prismen und Endflächen dieses Systems ähnlich der im tetragonalen System vorstellt, so werden

die folgenden Zeichen leicht verſtändlich ſein. ∞P bezeichnet die hexagonale Säule erſter Art, ∞P2 die zweiter Art, ∞Pn die zwölfſeitige Säule (wobei auch hier n unter dem Werte von 2 bleiben muß) und oP die Endfläche (deren Geſtalt natürlich nicht weiter in Betracht kommt).

Von ungleich größerer Wichtigkeit als im tetragonalen Syſtem ſind im hexagonalen Syſtem die halbflächigen oder hemiëdriſchen Geſtalten, ſowohl was den Reichtum ihrer Formenentwickelung als auch die Häufigkeit ihres Vorkommens in der Natur betrifft. Die wichtigſten hemiëdriſchen Geſtalten ſind, wie ſchon erwähnt, die Rhomboëder und Skalenoëder.

Die Rhomboëder (Taf. 5, Fig. 6—8) ſind von 6 Flächen begrenzt, die in 12 Kanten zuſammenſtoßen und 8 Ecken bilden. Die Flächen ſind Rhomben. Die Kanten ſind von zweierlei Art, 6, 3 obere und 3 untere, ſind Endkanten, 6 ſind Mittelkanten, doch liegen letztere nicht in einer Ebene, ſondern ſie ſteigen im Zickzack auf und nieder. Von den Ecken ſind 2, die Endecken, dreiflächig und gleichkantig, 6, die Mittelecken, dreiflächig und zweierleikantig. Die Hauptachſe verbindet die Endecken, die Nebenachſen verbinden die Mittelpunkte je zweier gegenüberliegender Mittelkanten. Ein Schnitt durch die Mittelpunkte der Randkanten oder, was dasſelbe iſt, der durch die Mitte der Hauptachſe rechtwinklig gelegte Schnitt iſt ein regelmäßiges Sechseck; ſeine Diagonalen ſind die Nebenachſen des Rhomboëders. Je nachdem die Endkantenwinkel größer oder kleiner ſind als ein rechter Winkel, unterſcheidet man ſtumpfe und ſpitze Rhomboëder; bei jenen iſt die Hauptachſe kürzer, bei dieſen länger als die Nebenachſen. Zwiſchen den ſtumpfen und ſpitzen Rhomboëdern ſteht der Würfel oder das Hexaëder in der Mitte, welches, mit einer ſeiner Eckenachſen ſenkrecht geſtellt, als ein Rhomboëder betrachtet werden kann, deſſen Flächen Quadrate ſind und ſich in Kantenwinkeln von 90° ſchneiden, deſſen ſämtliche Kanten und Ecken daher untereinander gleich ſind. In Rhomboëdern kryſtalliſiert z. B. der Kalkſpat, Braunſpat, Eiſenſpat.

Die hexagonalen Skalenoëder (Taf. 5, Fig. 9) ſind von 12 ungleichſeitigen Dreiecken begrenzt, haben 18 Kanten und 8 Ecken. Von den Kanten ſind 12, die Endkanten, abwechſelnd einander gleich (6 ſind länger und ſtumpfer, 6 kürzer und ſchärfer); 6, die Mittelkanten, ſind einander gleich und ſteigen wie bei den Rhomboëdern im Zickzack auf und nieder. Von den Ecken ſind 2, die Endecken, ſechsflächig und zweierleikantig, 6, die Mittelecken, vierkantig und dreierleikantig. Die Hauptachſe verbindet die beiden Endecken, die Nebenachſen

verbinden die Mittelpunkte je zweier gegenüberliegender Mittelkanten. Der durch die Mitte der Seitenkanten gelegte Schnitt ist ein symmetrisches (gleichseitiges, aber ungleichwinkliges) Zwölfeck, wie bei den zwölfseitigen Pyramiden. Durch den zickzackförmigen Verlauf der Mittelkanten und den abwechselnden Wert der Endkanten unterscheidet sich das Skalenoëder sofort von der hexagonalen Pyramide. Je nach der Länge der Hauptachse redet man von *spitzen* und *stumpfen* Skalenoëdern, ohne jedoch eine scharfe Grenze zu ziehen. Eine ebenso auffällige als bedeutsame Eigenschaft eines jeden Skalenoëders ist es, daß seine Mittelkanten allemal genau dieselbe Lage haben wie die Mittelkanten irgend eines Rhomboëders, welches man daher das *eingeschriebene* Rhomboëder nennt (Taf. 5, Fig. 18). Das Skalenoëder kommt selbständig am Kalkspat vor.

Was nun die Ableitung und Bezeichnung der Rhomboëder und Skalenoëder betrifft, so sind die Rhomboëder die Halbflächner der hexagonalen Pyramiden; sie entstehen, wenn man sich die abwechselnden (also nicht in derselben Mittelkante zusammenstoßenden) Flächen einer hexagonalen Pyramide vergrößert denkt, bis die übrigen aus der Begrenzung verschwinden und mithin von den oberen und unteren Flächen nur die parallelen bleiben. Stellt man sich vor, daß von der hexagonalen Pyramide (Taf. 5, Fig. 12) die nicht schattierten Flächen wachsen, die schattierten aber verschwinden, so entsteht das Rhomboëder, wie es in Taf. 5, Fig. 12 angedeutet und in Taf. 5, Fig. 13 für sich allein dargestellt ist. Stellt man sich aber vor, daß die schattierten Flächen wachsen, die nicht schattierten aber verschwinden, so entsteht das Rhomboëder Taf. 5, Fig. 10. Je nachdem also die einen oder die anderen abwechselnden Flächen verdrängt werden, entstehen aus jeder hexagonalen Pyramide zwei Rhomboëder, die inbezug auf ihre Form und Größe einander gleich und nur inbezug auf ihre Stellung verschieden sind; das eine hat nämlich vorn oben eine Fläche (Taf. 5, Fig. 14), das andere dagegen eine Endkante (Taf. 5, Fig. 15); letzteres erscheint also gegen das erstere um 60° um seine Hauptachse gedreht, es ist das Gegenrhomboëder des ersteren. Die beiden Rhomboëder, die aus ein und derselben hexagonalen Pyramide entstehen, werden wie die beiden Tetraëder, die aus dem Oktaëder entstehen, als *erstes* und *zweites* Rhomboëder bezeichnet. Das Rhomboëder ist als erstes zu bezeichnen, welches inbezug auf eine nach vorn gerichtete Nebenachse der hexagonalen Pyramide, aus welcher es entstanden ist, die oben rechts liegende Fläche und die abwechselnden Flächen enthält; das Rhomboëder ist als zweites aufzuführen, welches die von jener Nebenachse links oben liegende Fläche und die abwechselnden enthält. — Bei manchen im hexagonalen System kristallisierenden Mine-

ralien, wie z. B. am Kalkſpat, kommen oft mehrere Rhomboëder, ſpitzere und ſtumpfere, ſolche von erſter und ſolche von zweiter Stellung vor. Nicht ſelten ſind ſelbſt hexagonale Pyramiden nur als Kombinationen eines Rhomboëders mit ſeinem Gegenrhomboëder anzuſehen. In dieſen Fällen pflegt man ein beſtimmtes Rhomboëder (oft das, nach welchem das Mineral am vollkommenſten ſpaltbar iſt) als Grundgeſtalt oder, wie man gewöhnlich ſagt, als Hauptrhomboëder anzuſehen. Inbezug auf dieſes werden nun die übrigen Rhomboëder als Rhomboëder erſter und zweiter Stellung beſtimmt. Diejenigen Rhomboëder, deren Flächen wie die Flächen des Hauptrhomboëders liegen, ſind erſte Rhomboëder, diejenigen aber, deren Kanten die Richtung der Flächen des Hauptrhomboëders haben, ſind zweite Rhomboëder. Das kryſtallographiſche Zeichen eines Rhomboëders als Hauptrhomboëder würde infolge der Ableitung aus einer hexagonalen Pyramide und dem bisherigen Gebrauche bei der Bezeichnung der Halbflächner gemäß $\frac{P}{2}$, das des davon abgeleiteten Rhomboëders aber $\frac{mP}{2}$ ſein. Bei dem häufigen Auftreten der Rhomboëder (und der daraus abgeleiteten Geſtalten) erſcheint es jedoch zweckmäßiger, denſelben ein beſonderes Zeichen zu geben, und man bezeichnet daher das Grundrhomboëder mit R, die daraus abgeleiteten Rhomboëder mit mR, wozu natürlich bei einem Rhomboëder zweiter Stellung immer noch das negative Vorzeichen kommt (—R, —mR). Der Wert für m (welches angiebt, wievielmal die Hauptachſe eines abgeleiteten Rhomboëders länger oder kürzer als die des Hauptrhomboëders bei unverändert gedachten Nebenachſen iſt) wird größer oder kleiner als 1 ſein, je nachdem das zu Grunde liegende Rhomboëder ein ſpitzes oder ſtumpfes iſt, immer aber zu 1 in einem einfachen und rationalen Verhältnis ſtehen, d. h. würde z. B. die inbezug auf eine Nebenachſe ermittelte Länge der Hauptachſe des Hauptrhomboëders als Einheit angenommen, ſo iſt die Hauptachſe bei den daraus abgeleiteten ſpitzeren Rhomboëdern 2-, 4-, 8mal, bei den daraus abgeleiteten ſtumpferen Rhomboëdern $^1/_2$-, $^1/_4$-, $^1/_8$mal ſo lang als bei jenem.

Wie aus den hexagonalen Pyramiden die Rhomboëder, ſo entſtehen aus den zwölfſeitigen Pyramiden die Skalenoëder, wenn je zwei Flächenpaare einer zwölfſeitigen Pyramide, welche zwiſchen 2 Nebenachſen liegen, abwechſelnd wachſen, bis die übrigen Flächenpaare aus der Begrenzung verſchwinden (Taf. 5, Fig. 14—17). Das kryſtallographiſche Zeichen eines Skalenoëders als Halbflächner einer zwölfſeitigen Pyramide würde demnach

$\frac{Pn}{2}$ oder $\frac{mPn}{2}$ sein. Wegen der unmittelbaren Beziehung der Skalenoëder zu den Rhomboëdern erscheint es jedoch zweckmäßiger, die Ableitung und die Bezeichnung der Skalenoëder auf die eingeschriebenen Rhomboëder zu gründen. Denkt man sich nämlich die Hauptachse des Rhomboëders um das Zwei-, Drei- oder Mehrfache, allgemein um das n-fache, verlängert (Taf. 5, Fig. 18) und durch jede Mittelkante desselben zwei Flächen gelegt, von welchen die eine den oberen, die andere den unteren Endpunkt seiner vergrößerten Hauptachse schneidet, so erhält man ein Skalenoëder, das mit dem eingeschriebenen Rhomboëder gleiche Nebenachsen hat und also inbezug auf letzteres genau bestimmt ist, indem n angiebt, wievielmal die Hauptachse länger als die des Rhomboëders ist. Um nun das krystallographische Zeichen des Skalenoëders der Ableitung gemäß zu bilden, schreibt man die Zahl n hinter den Buchstaben R; das allgemeine Zeichen irgendeines aus dem Rhomboëder mR abgeleiteten Skalenoëders ist demnach mRn, wobei n immer größer als 1 ist, sonst aber verschiedene Werte darstellen kann. Die Buchstaben m und n haben also hier ganz andere Werte als in dem von einer zwölfseitigen Pyramide (mPn) abgeleiteten Skalenoëderzeichen $\frac{mPn}{2}$; n insbesondere bezieht sich in Verbindung mit R stets auf die Hauptachse, nie auf eine der Nebenachsen. — Es verdient noch hervorgehoben zu werden, daß der Übereinstimmung wegen auch hexagonale Prismen erster Art und gerade Endflächen in Verbindung mit Rhomboëdern und Skalenoëdern durch ∞R und 0R bezeichnet werden; hexagonale Säulen zweiter Art behalten jedoch das Zeichen ∞P2 bei, und zwar deshalb, weil es die alleinige Beziehung zu Pyramiden zweiter Ordnung, woraus man kein Rhomboëder abzuleiten pflegt, anzeigen soll. Zwölfseitige Prismen erhalten in Verbindung mit jenen Halbflächnern das allgemeine Zeichen ∞Rn.

Zu den seltener vorkommenden halbflächigen Formen des hexagonalen Systems gehören die **dreiseitigen Pyramiden** und die **dreiseitigen Prismen**.

Die **dreiseitigen** oder **trigonalen Pyramiden** sind von 6 gleichschenkligen Dreiecken begrenzt, haben 9 Kanten und 5 Ecken. Ihre Basis ist ein gleichseitiges Dreieck, auf welchem die Flächen nach unten und oben eine dreiseitige Pyramide bilden. Sie sind die Halbflächner der hexagonalen Pyramiden zweiter Art und entstehen aus diesen, wenn die an 3 abwechselnden Mittelkanten gelegenen Flächenpaare bis zum Verschwinden der übrigen wachsen. Sie kommen untergeordnet am Quarz vor.

Die dreiſeitigen oder trigonalen Prismen ſind von 3 der Hauptachſe parallelen Flächen begrenzt, welche ſich unter Winkeln von 60° ſchneiden; ihr rechtwinkliger Querſchnitt iſt daher ein gleichſeitiges Dreieck. Sie ſind die Halbflächner der hexagonalen Säulen zweiter Art und aus denſelben durch alleinige Ausbildung von 3 abwechſelnden Flächen entſtanden. Sie kommen untergeordnet am Quarz und Turmalin vor. — Entſprechend ihrer Ableitung werden die trigonalen Pyramiden mit $\frac{mP2}{2}$, die trigonalen Säulen mit $\frac{\infty P}{2}$ oder $\frac{\infty R}{2}$ bezeichnet.

Manchmal kommt es auch vor, daß von einer halbflächigen Geſtalt wieder nur die Hälfte der Flächen auftritt, ſo daß alſo von der urſprünglichen vollflächigen Form nur der vierte Teil der Flächen ausgebildet iſt. Solche Formen werden viertelflächige oder tetartoödriſche genannt. Ein intereſſantes Beiſpiel von Tetartoödrie liefert der Halbflächner des Skalenoöders, das, wie wir wiſſen, ſelbſt ein Halbflächner iſt. Wenn nämlich diejenigen Flächenpaare desſelben (Taf. 5, Fig. 20), welche an den abwechſelnden Mittelkanten liegen, bis zum Verſchwinden der anderen wachſen, ſo entſteht eine von 6 gleichſchenkligen Trapezoiden begrenzte Geſtalt, deren im Zickzack auf- und niederſteigende Mittelkanten in 3 längere und 3 kürzere zerfallen, ein trigonales Trapezoöder (Taf. 5, Fig. 21 und 19). Das trigonale Trapezoöder ſtellt alſo eine nur mit dem vierten Teile ihrer Flächen ausgebildete zwölfſeitige Pyramide dar. Aus jedem Skalenoöder entſtehen zwei trigonale Trapezoöder, die als rechtes und linkes unterſchieden und mit $r\frac{mPn}{4}$ und $l\frac{mPn}{4}$ bezeichnet werden. Sie kommen untergeordnet am Quarz vor.

Da die angeführten Formen, obwohl nur wenige an Zahl, von den verſchiedenſten Achſenlängen und Winkeln vorkommen, ſo iſt die Zahl und Mannigfaltigkeit der Kombinationen des hexagonalen Syſtems eine ſehr große — kennt man doch allein am Kalkſpat deren gegen 800. Man kann ſie als vollflächige und als halbflächige unterſcheiden und in zwei Gruppen bringen.

In den vollflächigen Kombinationen pflegen die beiden hexagonalen Säulen und die gerade Endfläche als vorherrſchende, die beiden hexagonalen Pyramiden aber als untergeordnete Formen ausgebildet zu ſein. Sehr gewöhnlich iſt die Kombination des Prisma erſter Art mit der baſiſchen Endfläche $\infty P.0P$ (Taf. 5, Fig. 2); auch die Kombination der baſiſchen Endfläche mit dem Prisma ($0P.\infty P$) oder die ſechsſeitige Tafel iſt ziemlich häufig (Taf. 5, Fig. 3); ebenſo kommt die tafelartige Kom-

bination der basischen Endfläche mit der hexagonalen Pyramide (P.0P) bisweilen am Apatit vor (Taf. 16, Fig. 1). Ein hexagonales Prisma erster Art, das durch die Flächen der hexagonalen Pyramide erster Art begrenzt wird (∞P.P) zeigen die Quarzkrystalle Taf. 12, Fig. 3 und 2 und der Apatitkrystall Taf. 16, Fig. 3. Der Apatitkrystall Taf. 16, Fig. 4 zeigt eine Kombination des hexagonalen Prisma erster Art und der basischen Endfläche, deren Kombinationskanten durch die Flächen der hexagonalen Pyramide erster Art abgestumpft sind (∞P.0P.P), und an dem Krystall Fig. 5 sind die Kombinationsecken der Pyramide durch kleine rhombische Flächen abgestumpft, welche einer hexagonalen Pyramide zweiter Art (2P2) angehören (∞P.0P.P.2P2).

In den halbflächigen Kombinationen herrschen entweder die Prismen oder die Rhomboëder oder die Skalenoëder vor. Sehr häufig finden wir das hexagonale Prisma erster Art mit einem Rhomboëder in Kombination (∞R.$-\frac{1}{2}$R), dessen Flächen das Prisma an beiden Enden mit einer dreiflächigen Zuspitzung versehen, und zwar in der Weise, daß die Zuspitzungsflächen auf die abwechselnden Seitenflächen aufgesetzt sind und als Fünfecke erscheinen, wie z. B. an den Kalkspatkrystallen Taf. 15, Fig. 16 u. 18; in Fig. 18 ist das Rhomboëder vorherrschend ($-\frac{1}{2}$R.∞R). In dem Antimonsilberblende-Krystall (Taf. 10, Fig. 1) tritt ein Rhomboëder (—2R) als dreiflächige Zuspitzung des hexagonalen Prisma zweiter Art (∞P2) auf, und zwar so, daß die Rhomboëderflächen auf die abwechselnden Seitenkanten aufgesetzt und als Rhomben ausgebildet sind (∞P2.—2R). An jedem Rhomboëder werden die Endecken durch die basische Endfläche, die Endkanten durch das in verwendeter Stellung befindliche Rhomboëder von halber Länge der Hauptachse abgestumpft, wie dies die Roteisenerzkrystalle Taf. 11, Fig. 2 (R.0R) und Fig. 3 (R.$-\frac{1}{2}$R) zeigen; eine ähnliche Kombination wie Fig. 3 stellt der Kalkspatkrystall Fig. 6 dar (—2R.R). Daß die Mittelkanten jedes Rhomboëders durch das hexagonale Prisma zweiter Art abgestumpft werden, zeigt der Kalkspatkrystall Taf. 15, Fig. 5 (—2R.∞P2). Die Kalkspatkrystalle Taf. 15, Fig. 9—12 stellen Kombinationen des Skalenoëders (R3) dar, und zwar Fig. 9 ein Skalenoëder, dessen Mittelkanten durch das hexagonale Prisma zweiter Art abgestumpft sind (R3.∞P2), Fig. 10 ein Skalenoëder, dessen kürzere Endkanten durch ein Rhomboëder zweiter Stellung, und dessen Mittelecken durch das hexagonale Prisma erster Art abgestumpft sind (R3.∞R.—2R), Fig. 11 ein Skalenoëder, das durch ein flacheres Skalenoëder sechsflächig zugespitzt und durch das hexagonale Prisma erster Art abgestumpft ist (R3.∞R.$\frac{1}{4}$R3), Fig. 12 endlich

ein Skalenoëder, das durch die Flächen des Grundrhomboëders (Fig. 1) dreiflächig zugeſpitzt iſt (R3.R).

Die allgemeine Entwickelung der hexagonalen Formen iſt übrigens ziemlich einfach; hat man eine Geſtalt nach der Hauptachſe ſenkrecht geſtellt, ſo gelten für die Zahl und Lage der Flächen (d. h. bei den Formen mit parallelen Flächen) folgende Regeln:

1) Je 3 gegen das Ende der Hauptachſe geneigte gleichartige Flächen gehören immer einem Rhomboëder an.
2) Je 6 gegen das Ende der Hauptachſe geneigte gleichartige Flächen gehören einer hexagonalen Pyramide an, wenn ihre Endkantenwinkel alle einander gleich, einem Skalenoëder, wenn ſie nur abwechſelnd einander gleich ſind.
3) 6 gleichartige, der Hauptachſe parallele Flächen gehören immer einem hexagonalen Prisma an.
4) Je 12 gegen das Ende der Hauptachſe geneigte gleichartige Flächen gehören immer einer zwölfſeitigen Pyramide an.
5) 12 gleichartige, der Hauptachſe parallele Flächen gehören immer einem zwölfſeitigen Prisma an.
6) Die auf der Hauptachſe rechtwinklige Fläche iſt die baſiſche Endfläche.

Wir wollen dieſe Regeln noch an einem Beiſpiele erläutern. Der Kalkſpatkryſtall Taf. 15, Fig. 14 ſtellt eine Kombination von fünf verſchiedenen Kryſtallformen vor (er iſt gleichſam in fünf verſchiedene Kleider gehüllt, und zwar ſo, daß von jedem etwas zu ſehen iſt, vgl. S. 12). Die 3 gleichartigen viereckigen Flächen an der Spitze und die 3 ſchmalen fünfeckigen Flächen mehr in der Mitte neigen ſich gegen das Ende der Hauptachſe und gehören daher zwei Rhomboëdern an, und zwar erſtere dem Grundrhomboëder (R), letztere einem ſpitzeren Rhomboëder (4R); 6 gleichartige fünfeckige Flächen oben und 6 andere gleichartige ſechseckige Flächen darunter neigen ſich gegen das Ende der Hauptachſe, und ihre Endkanten ſind abwechſelnd einander gleich; ſie gehören demnach zwei Skalenoëdern an, und zwar erſtere dem am allerhäufigſten vorkommenden Skalenoëder (R3, Taf. 15, Fig. 8), letztere einem ſpitzeren Skalenoëder (R5); 6 gleichartige fünfeckige Flächen in der Mitte liegen der Hauptachſe parallel und gehören demnach einem hexagonalen Prisma (∞R) an; die kryſtallographiſche Bezeichnung des Kryſtalls iſt: R.R3.R5.4R.∞R.

Das rhombiſche Kryſtallſyſtem. Die Formen des rhombiſchen Kryſtallſyſtems zeigen noch geringere Regelmäßigkeit als die Formen des tetragonalen und hexagonalen Syſtems, da ſie nach jeder der drei Aus-

dehnungen des Raumes anders ausgebildet erscheinen, anders nach rechts und links als nach vorn und hinten und wieder anders nach oben und unten. Man nimmt daher für die Formen dieses Systems drei auf einander rechtwinklige, aber ungleiche Achsen an. Bei der verschiedenen Länge derselben ist kein Anhalt für diejenige Achse gegeben, welche man als Hauptachse zu bezeichnen hat. Man kann daher eine beliebige Achse als Hauptachse (Vertikalachse) ansehen und senkrecht stellen. Von den beiden andern, die dadurch zu Nebenachsen werden, pflegt man die kürzere dem Beobachter zuzukehren, so daß die längere quer vor demselben verläuft. Die längere Nebenachse wird daher auch die Querachse (Makroachse), die kürzere die Längsachse (Brachyachse) genannt. Gewöhnlich läßt man sich bei der Wahl der Hauptachse durch das Vorherrschen von Flächen gewisser Formen in den Kombinationen, durch die Richtungen, nach denen ein Kryſtall spaltet, oder durch die Art und Weise, wie die Kryſtalle aufgewachsen sind, leiten. Der Name „rhombisches System" bezieht sich darauf, daß die Figur, welche man erhält, wenn man je vier in einer Ebene liegende Achsenendpunkte mit einander verbindet, ein Rhombus ist.

Die wichtigsten rhombischen Gestalten sind die rhombischen Pyramiden, die rhombischen Säulen oder Prismen und die Endflächen (Pinakoide).

Die rhombischen Pyramiden (Doppelpyramiden, Taf. 6, Fig. 1—3, 5, 6) sind von 8 ungleichseitigen Dreiecken begrenzt, haben 12 Kanten und 8 Ecken. Die Kanten sind dreierlei Art: 4 kürzere und stumpfere Endkanten, 4 längere und schärfere Endkanten und 4 Mittelkanten. Die Ecken sind ebenfalls von dreierlei Art: 2 Endecken, 2 spitzere Mittelecken an den Endpunkten der längeren und 2 stumpfere Mittelecken an den Endpunkten der kürzeren Nebenachse. Der durch die Mittelkanten gelegte Schnitt, die Basis, wie auch die durch die Endkanten gelegten Schnitte sind Rhomben (Fig. 11—13, S. 54). Die rhombische Pyramide kommt z. B. am Schwefel selbständig vor.

Die rhombischen Prismen (Taf. 6, Fig. 4, 7, 8, 9, 11, 12) sind vierseitige Säulen, deren rechtwinkliger Querschnitt ein Rhombus ist; sie haben daher zweierlei Kanten, 2 stumpfere und 2 schärfere. Ihre Flächen sind stets einer der drei Achsen parallel. Je nachdem ihre Flächen der Hauptachse oder den Nebenachsen parallel laufen, unterscheidet man vertikale und horizontale Prismen; bei ersteren sind die Flächen der Hauptachse, bei letzteren einer Nebenachse parallel. Da die Flächen der horizontalen Prismen (Taf. 6, Fig. 8, 9, 11, 12), welche

gewöhnlich Domen (von doma, das Dach) genannt werden, wieder teils der längeren Nebenachſe oder Querachſe, teils der kürzeren Nebenachſe oder Längsachſe parallel ſind, ſo zerfallen die horizontalen Prismen wieder in Querprismen oder Querdomen (Fig. 8, 9) und in Längsprismen oder Längsdomen (Fig. 11, 12).

Die Endflächen ſind ſtets zwei Achſen parallel und ſchneiden die dritte rechtwinklig. Nach ihrer Lage unterſcheidet man die Querfläche und die Längsfläche von den horizontalen Flächen, der geraden Endfläche. Die gerade Endfläche iſt den Nebenachſen parallel und ſchneidet die Hauptachſe; ſie ſchließt die vertikale Säule. Die Querfläche (Taf. 6, Fig. 10) iſt der Hauptachſe und Querachſe parallel und ſchneidet die Längsachſe; ſie ſchließt das Längsdoma. Die Längsfläche (Taf. 6, Fig. 13) iſt der Hauptachſe und Längsachſe parallel, ſchneidet aber die Querachſe; ſie ſchließt das Querdoma.

Da die Achſen der rhombiſchen Pyramiden von verſchiedener Länge ſind, und jede Achſe unabhängig von den anderen verlängert oder verkürzt vorkommen kann, ſo wird die Zahl der rhombiſchen Pyramiden, die unter den Kryſtallen eines Minerals auftreten können, eine ſehr große ſein. Geht man von irgend einer derſelben, die man als Grundform (Taf. 6, Fig. 2) betrachtet und mit P bezeichnet, aus, ſo werden ſich die übrigen, wie auch alle anderen rhombiſchen Geſtalten leicht überſehen laſſen. Denkt man ſich zunächſt die Hauptachſe der Grundform verlängert oder verkürzt, ſo wird man eine Reihe von Pyramiden erhalten, die mit mP zu bezeichnen ſein und (je nachdem m größer oder kleiner als 1 iſt) ſpitzer oder ſtumpfer als die Grundform ſein werden; man kann ſie vertikale rhombiſche Pyramiden (Taf. 6, Fig. 1—3) nennen. (Bezeichnet man Fig. 2 durch P, ſo muß Fig. 1 das Zeichen $^1/_2$P, Fig. 3 das Zeichen 2P erhalten.) Denkt man ſich die Hauptachſe bis an die äußerſte Grenze verlängert oder unendlich lang ($= \infty$), ſo geht aus der Grundform ein vertikales Prisma (∞P, Fig. 4) hervor; denkt man ſich die Hauptachſe verkürzt, bis ſie gleich Null wird, ſo entſteht die gerade Endfläche (0P). Aus jeder mit mP bezeichneten Pyramide aber laſſen ſich nun, je nachdem man ſich die Querachſe oder die Längsachſe verlängert denkt, wieder neue Formen ableiten. Denkt man ſich zuerſt die Querachſe verlängert (Fig. 12, S. 54; Taf. 6, Fig. 5), ſo erhält man eine Reihe von Pyramiden, die man als Querpyramiden bezeichnen kann, und die das allgemeine Zeichen mPn erhalten, wobei n, das ſtets größer als 1 iſt, ſagt, daß eine Nebenachſe n-mal verlängert gedacht werden muß; das proſodiſche Zeichen der Länge

über dem P aber bedeutet, daß die längere Nebenachse, die Querachse, jene Veränderung erfahren soll. Wird die Querachse unendlich lang, also $n = \infty$, so verwandelt sich die Pyramide in eine nach der Querachse gestreckte horizontale Säule und zwar in das Querdoma, dessen krystallographisches Zeichen demnach $mP\infty$ ist (Taf. 6, Fig. 8, 9).

Verfährt man auf ähnliche Weise mit der Längsachse jeder mit mP bezeichneten Pyramide (Fig. 13, S. 54), so erhält man zunächst eine

Fig. 11.

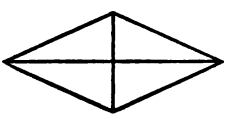


Fig. 12.

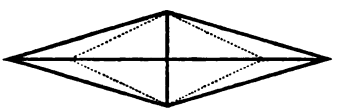
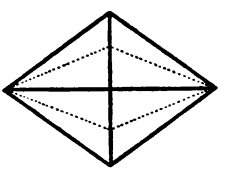


Fig. 13.



Reihe von Pyramiden, die als Längspyramiden mit dem allgemeinen $m\breve{P}n$ bezeichnet werden können, und bei unendlicher Verlängerung jener Achse die Grenzform dieser Pyramiden, ein Längsdoma mit dem Zeichen $m\breve{P}\infty$ (Taf. 6, Fig. 11 u. 12). Das prosodische Zeichen der Kürze über dem P weist darauf hin, daß die Ableitung nach der kürzeren Nebenachse erfolgte.

Wie jede Pyramide mit dem Zeichen mP, so wird auch das vertikale Prisma ∞P einer doppelten Ableitung zu unterwerfen sein, wodurch bei Verlängerung der Querachse nach dieser Achse gestreckte Prismen mit dem Zeichen ∞Pn (Fig. 7) entstehen, und wenn die Verlängerung der Querachse ihre äußerste Grenze erreicht ($n = \infty$ wird), die Querfläche ($\infty P\infty$, Fig. 10) entsteht (indem die an den stumpfen Kanten zusammenstoßenden Flächen in je eine der Querachse parallele Fläche zusammenfallen). Denkt man sich die Längsachse verlängert, so wird man verschiedene Prismen $\infty\breve{P}n$ und bei unendlicher Verlängerung derselben (wobei die in den scharfen Kanten zusammenstoßenden Flächen in je eine der Längsachse parallele Fläche zusammenfallen) die Längsfläche ($\infty\breve{P}\infty$, Taf. 6, Fig. 13) erhalten.

Alle bisher betrachteten Formen sind als vollflächige anzusehen;

denn ſelbſt die ſogenannten offenen Geſtalten, wie die Prismen, müſſen dazu gerechnet werden, da man ſich dieſelben nicht nach Art der Halbflächner durch Zurückführung einer beſtimmten Anzahl gleichwertiger Flächen auf eine geringere Anzahl entſtanden denken kann. Halbflächner kommen überhaupt im rhombiſchen Syſtem ſehr ſelten vor; in untergeordneten Flächen treten nur am Bitterſalz und Zinkvitriol die rhombiſchen Keilflächner auf, die in ähnlicher Weiſe wie das Tetraëder aus dem Oktaëder aus einer rhombiſchen Pyramide entſtehen und von 4 ungleichſeitigen Dreiecken umſchloſſene Formen ſind, deren Mittelkanten (Seitenkanten) im Zickzack auf- und abſteigen. Die kryſtallographiſche Bezeichnung der rhombiſchen Keilflächner iſt $\frac{P}{2}$ und $-\frac{P}{2}$ oder $\frac{mP}{2}$ und $-\frac{mP}{2}$.

Die Mannigfaltigkeit der Kombinationen in dieſem Syſtem iſt nicht weniger groß als im vorigen. Gewöhnlich herrſchen in denſelben die Prismen und Domen oder auch die Endflächen vor, während die Pyramiden ſelten als vorherrſchende Formen, wie z. B. am Schwefel, ausgebildet ſind. Hat man ſich für die Hauptachſe entſchieden und die Geſtalt nach derſelben ſenkrecht geſtellt, ſo ſind die rhombiſchen Kombinationen nach folgenden Regeln leicht zu entwickeln.

1) Je 4 gleichartige, gegen das Ende der Hauptachſe geneigte Flächen gehören einer rhombiſchen Pyramide an.
2) Je 4 gleichartige, der Hauptachſe parallele Flächen gehören einem rhombiſchen Prisma an.
3) Je 2 gleichartige, gegen das Ende der Hauptachſe geneigte Flächen gehören einem Doma an, ob einem Querdoma oder Längsdoma, hängt von der Wahl der Grundform und ihrer Stellung zu dieſer ab.
4) Je 2 gleichartige, der Hauptachſe parallele Flächen gehören je nach der Stellung zur Grundform der Querfläche oder Längsfläche an.
5) Je 1 zur Hauptachſe rechtwinklig liegende Fläche iſt die gerade Endfläche.

Von den Taf. 15 abgebildeten Schwerſpatkryſtallen ſtellt Fig. 1 eine Kombination der Längsfläche ($\infty\breve{P}\infty$) mit dem Querdoma ($\breve{P}\infty$) dar; Fig. 2 iſt eine Kombination der Längsfläche ($\infty\breve{P}\infty$) mit einem vertikalen Prisma ($\infty\breve{P}2$) und dem Längsdoma ($\breve{P}\infty$); Fig. 3 iſt dieſelbe Kombination, aber mit vorherrſchenden Flächen des Längsdoma ($\breve{P}\infty$); Fig. 4 iſt eine Kombination des Längsdoma ($\breve{P}\infty$) mit einem vertikalen Prisma ($\infty\breve{P}2$) und dem Querdoma ($P\infty$); Fig. 5 ſtellt eine Kombination des Längsdoma ($\breve{P}\infty$) mit einem vertikalen Prisma

($\infty \breve{P} 2$), dem Querdoma ($P \infty$) und den Längsflächen ($\infty P \infty$) dar; Fig. 6 ist dieselbe Kombination mit den vorherrschenden Flächen des vertikalen Prisma ($\infty \breve{P} 2$). Fig. 7 stellt eine Kombination der Längsfläche ($\infty \breve{P} \infty$) mit dem Querdoma ($P \infty$), einem vertikalen Prisma (4 kleine dreieckige, der Hauptachse parallele Flächen, ∞P) und dem Längsdoma (2 kleine dreieckige, gegen die Hauptachse geneigte Flächen, $\breve{P} \infty$) dar. Der Topaskrystall Taf. 13, Fig. 2 zeigt 4 gleichartige Flächen, welche sich dem Ende der Hauptachse zuneigen, sie gehören also einer rhombischen Pyramide (P) an; 4 gleichartige Flächen (von denen 2 vorn in der Mitte des Krystalls liegen) sind der Hauptachse parallel und gehören dem vertikalen rhombischen Prisma (∞P) an, 4 andere gleichartige Flächen (von denen je eine links und rechts am Krystall sichtbar ist) gehören einem anderen rhombischen Prisma, dem Längsprisma ($\infty \breve{P} 2$) an. Der Olivinkrystall Taf. 14, Fig. 2 zeigt 2 Flächen, welche rechtwinklig zur Hauptachse liegen; sie bilden die gerade Endfläche ($0P$); 4 gleichartige dreieckige Flächen sind gegen das Ende der Hauptachse geneigt, gehören also einer rhombischen Pyramide (P) an; 2 gleichartige viereckige Flächen (vorn und hinten am Krystall) und 2 andere dergleichen (rechts und links) neigen sich gegen das Ende der Hauptachse, sie gehören demnach Domen an, und zwar erstere einem Querdoma ($P \infty$), letztere einem Längsdoma ($2 \breve{P} \infty$); 4 gleichartige, der Hauptachse parallele Flächen gehören dem vertikalen Prisma (∞P) an; 2 gleichartige rechteckige Flächen (vorn und hinten) liegen der Hauptachse parallel, sie bilden die Querfläche ($P \infty$), während 2 andere rechteckige Flächen (rechts und links) die Längsfläche ($2 \breve{P} \infty$) ergeben. Der Schwefelkrystall Taf. 9, Fig. 7 ist durch eine zur Hauptachse rechtwinklige Fläche, die gerade Endfläche ($0P$), abgestumpft; 4 gleichartige viereckige Flächen und 4 andere (größere) dergleichen sind gegen das Ende der Hauptachse geneigt, sie gehören also zwei verschiedenen rhombischen Pyramiden, und zwar erstere der Grundpyramide (P), letztere einer weniger spitzen Pyramide, deren Hauptachse, auf die Nebenachsen der Grundpyramide bezogen, nur $^1/_3$mal so lang ist als die der Grundpyramide; 2 gleichartige, gegen das Ende der Hauptachse geneigte, schmale sechseckige Flächen (vorn und hinten) gehören dem Querdoma ($P \infty$) und 2 andere dergleichen (rechts und links) gehören dem Längsdoma ($\breve{P} \infty$) an; 4 gleichartige schmale sechseckige Flächen, welche der Hauptachse parallel sind, gehören dem senkrechten Prisma (∞P) an. Der Arsenkieskrystall Taf. 10, Fig. 1 zeigt 4 gleichartige, der Hauptachse parallele Flächen, die dem senkrechten Prisma (∞P) angehören; 2 gleichartige, gegen die Hauptachse geneigte Flächen

gehören einem ſehr flachen Längsdoma ($^1/_4\breve{P}\infty$) an. Der Bitterſalzkryſtall Taf. 16, Fig. 2 endlich iſt von 4 gleichartigen fünfeckigen Flächen, die dem ſenkrechten Prisma (∞P), und 4 gleichartigen rechteckigen Flächen, die dem rhombiſchen Keilflächner $\left(\frac{P}{2}\right)$ angehören, begrenzt.

Das monokliniſche Kryſtallſyſtem. Die Formen dieſes Syſtems ſind in vieler Beziehung denen des rhombiſchen Syſtems ähnlich; ſie unterſcheiden ſich aber von denſelben dadurch, daß ſie nur rechts und links gleichmäßig, hinten jedoch anders als vorn und oben anders als unten ausgebildet ſind. Sie müſſen daher auf drei ungleich lange Achſen bezogen werden, von denen zwei ſchiefwinklig gegen einander geneigt ſind, während die dritte auf beiden rechtwinklig ſteht. Welche von den drei Achſen als Hauptachſe gewählt wird, iſt bei der ungleichen Länge der Achſen gleichgültig. Man nimmt indeſſen immer eine der ſchiefwinklig ſich ſchneidenden Achſen als Hauptachſe an, da die Kryſtalle dieſes Syſtems gewöhnlich mit einer dieſer Achſen aufgewachſen und parallel einer dieſer Achſen ſäulenförmig ausgebildet ſind; die beiden anderen Achſen, welche ſich rechtwinklig ſchneiden, gelten als Nebenachſen. Bei der Betrachtung der Kryſtalle wird die Hauptachſe ſenkrecht geſtellt; die eine Nebenachſe, welche die Hauptachſe und die andere Nebenachſe rechtwinklig ſchneidet, läßt man quer vor dem Beobachter verlaufen; die zweite Nebenachſe, welche ſchiefwinklig gegen die Hauptachſe geneigt iſt, wird auf den Beobachter zu gerichtet, und zwar ſo, daß ſie von vorn nach hinten aufſteigt. Wir wollen die beiden Nebenachſen, welche mit Rückſicht auf ihre Lage auch als rechtwinklige Achſe (Orthoachſe) und ſchiefwinklige Achſe (Klinoachſe) bezeichnet werden, wie im vorigen Syſtem als Querachſe und Längsachſe unterſcheiden. Der Name „monokliniſches Syſtem“ (von monos = allein, einzig, und klino = ich neige) bezieht ſich auf den ſchiefen Winkel, welchen die Längsachſe mit der Hauptachſe bildet. Dieſer Winkel iſt bei den verſchiedenen Mineralien, welche in dieſem Syſteme kryſtalliſieren, ſehr verſchieden; bei einigen iſt er faſt 90° gleich, bei anderen erheblich kleiner.

Auch im monokliniſchen Syſtem kann man von einer Pyramide (Doppelpyramide), welcher das bezeichnete Achſenkreuz zu Grunde liegt, als Grundform ausgehen. Da jedoch eine ſolche Pyramide für ſich allein in der Natur nicht vorkommt, ſo muß man ſich dieſelbe erſt konſtruieren, indem man ſich das monokliniſche Achſenkreuz durch Flächen begrenzt denkt. Es wird auf dieſe Weiſe eine der rhombiſchen Pyramide ähnliche Form entſtehen, die jedoch durch den ſchiefen Neigungswinkel zweier Achſen eigentümliche Eigenſchaften erhält und als monokliniſche Pyramide bezeichnet wird.

Die monokliniſche Pyramide (Taf. I, Fig. 1) iſt, wie die rhombiſche Pyramide, von 8 ungleichſeitigen Dreiecken begrenzt, welche in 12 Kanten zuſammenſtoßen und 6 Ecken bilden. Von den 8 Dreiecken ſind nur je 4 einander gleich, nämlich 4 kleinere, welche paarweiſe (vorn unten und hinten oben) dem ſpitzen Winkel der Längs- und Hauptachſe gegenüberliegen, und 4 größere, welche paarweiſe (vorn oben und hinten unten) dem ſtumpfen Winkel jener Achſen gegenüberliegen; erſtere werden als poſitive, letztere als negative Flächen bezeichnet. Von den 12 Kanten ſind die 4 Mittelkanten alle einander gleich, ebenſo die 4 Endkanten rechts und links; die 4 Endkanten vorn und hinten ſind jedoch nur zu je 2 einander gleich. Von den Ecken ſind ebenfalls nur je 2 einander gleich, nämlich die 2 Endecken, die beiden Mittelecken an den Enden der Querachſe und die beiden Mittelecken an den Enden der Längsachſe. Der durch die vorderen und hinteren Endkanten gelegte Schnitt iſt ein Rhomboïd, die durch die gleichen Endkanten und durch die Mittelkanten gelegten Schnitte ſind Rhomben. Der erſtere Schnitt iſt von beſonderer Wichtigkeit, weil in ihm die ſich ſchiefwinklig ſchneidenden Achſen liegen und durch ihn die ganze Form in zwei gleiche Hälften, eine rechte und linke, geteilt wird. Der durch die Mittelkanten gelegte Schnitt enthält die Nebenachſen und wird die Baſis genannt.

Da eine monokliniſche Pyramide von zweierlei Flächen begrenzt iſt, ſo iſt dieſelbe, abweichend von allen bisher betrachteten Pyramiden, keine einfache Form, ſondern ſchon eine Kombination, welche aus zwei verſchiedenen Pyramidenhälften oder Halbpyramiden zuſammengeſetzt iſt. Je nachdem dieſe Halbpyramiden von poſitiven oder negativen Flächen gebildet ſind, werden ſie als poſitive und negative unterſchieden. Beide Halbpyramiden ſind völlig unabhängig von einander und werden weit häufiger einzeln, als zu einer vollſtändigen Pyramide vereinigt beobachtet. Denkt man ſich die 4 Flächen jeder Halbpyramide vergrößert, ſo entſtehen zwei Prismen, welche gegen die Längsachſe und die Hauptachſe ſchief geneigt ſind, und ebenſo wenig wie irgend ein anderes Prisma den Raum allſeitig umſchließen und daher notwendigerweiſe nur in Kombinationen auftreten können. Das aus der poſitiven Halbpyramide (alſo aus den vorn unten und hinten oben gelegenen Flächenpaaren) hervorgehende Prisma wird wegen ſeines häufigen Vorkommens am Augit das ſchiefe Augitprisma, das aus der negativen Halbpyramide hervorgehende wegen ſeines häufigen Vorkommens am Gips das ſchiefe Gipsprisma genannt.

Denkt man ſich die Hauptachſe einer monokliniſchen Pyramide un-

endlich verlängert, ſo fallen je eine obere und eine untere Pyramidenfläche von entgegengeſetztem Zeichen in eine Ebene zuſammen, und es entſteht ein *vertikales monokliniſches Prisma* (Taf. 7, Fig. 2), deſſen gleichwertige Flächen der Hauptachſe parallel laufen, und deſſen Querſchnitt ein Rhomboïd iſt. Denkt man ſich die Hauptachſe einer monokliniſchen Pyramide unendlich verkürzt oder gleich Null, ſo fallen alle Pyramidenflächen in zwei Flächen zuſammen, welche der ſchiefen Baſis parallel laufen und als *baſiſche Endflächen* bezeichnet werden. Denkt man ſich die eine oder andere Nebenachſe unendlich verlängert, ſo entſtehen, wie im rhombiſchen Syſtem, *horizontale Prismen* oder *Domen*, und zwar, wenn die Querachſe unendlich verlängert wird, ein *Querdoma* (Orthodoma, Taf. 7, Fig. 4), wenn die Längsachſe unendlich verlängert gedacht wird, ein *Längsdoma* (Klinodoma, Taf. 7, Fig. 3). Die Längsdomen ſind von 4 gleichwertigen, der geneigten Längsachſe parallelen Flächen umſchloſſene Formen, deren Querſchnitt ebenfalls ein Rhombus iſt. Die Querdomen ſind von 4, der horizontalen Querachſe parallelen Flächen begrenzte Formen, deren Querſchnitt ein Rhomboïd iſt; dem rhomboïdiſchen Querſchnitt entſprechend ſind ihre Flächen zu je 2 einander gleich, nämlich die den ſpitzen Winkeln des Achſenkreuzes gegenüberliegenden und die den ſtumpfen Winkeln des Achſenkreuzes gegenüberliegenden. Infolge dieſer Ungleichheit der Flächen zerfällt jedes Querdoma in zwei von einander unabhängige *Halbdomen*, welche wie die Halbpyramiden als *poſitives* und *negatives* Halbdoma unterſchieden werden und von denen jedes nur ein Flächenpaar darſtellt. — Denkt man ſich die Hauptachſe eines Querdoma (Fig. 4) unendlich verlängert, ſo entſtehen die *Querflächen*, und wenn man ſich die Hauptachſe eines Längsdoma (Fig. 3) verlängert denkt, die *Längsflächen*.

Da jede vollſtändige monokliniſche Pyramide aus zwei Halbpyramiden, einer poſitiven und einer negativen, beſteht, welchen man die Zeichen $+P$ und $-P$ gegeben hat, ſo erhält jede bei irgend einer Mineralart als Grundform angenommene Pyramide das Zeichen $\pm P$; jede von derſelben abgeleitete Pyramide mit veränderter Hauptachſe wird durch $\pm mP$, das vertikale monokliniſche Prisma durch ∞P, die baſiſche Endfläche durch $0P$ bezeichnet.

Aus jeder mit $\pm mP$ bezeichneten Pyramide entſtehen bei unveränderter Längsachſe durch Verlängerung der Querachſe um irgend eine Zahl n verſchiedene, nach der Querachſe geſtreckte Pyramiden, welche man kurz *Querpyramiden* nennen und mit dem Zeichen $\pm mPn$ ver-

sehen kann. Der wagerechte Strich durch den Buchstaben P soll daran erinnern, daß sich die Zahl n auf die wagerechte Nebenachse, die Querachse der Grundform bezieht. Wird die Querachse einer solchen Pyramide unendlich lang, also $n = \infty$, so geht aus der Pyramide ein aus zwei Halbdomen $+mP\infty$ und $-mP\infty$ bestehendes wagerechtes Prisma oder ein Querdoma $\pm mP\infty$ hervor. Denkt man sich dagegen bei unveränderter Querachse die Längsachse einer mit $\pm mP$ bezeichneten Pyramide verlängert, so erhält man nach der Längsachse gestreckte Pyramiden oder Längspyramiden, welche das krystallographische Zeichen $\pm mPn$ erhalten. Der schiefe Strich durch den Buchstaben P bedeutet, daß sich die Zahl n auf die schiefe Achse, die Längsachse, bezieht. Bei unendlicher Verlängerung der Längsachse erhält man die Grenzform der Längspyramiden, ein Längsdoma in $P\infty$, bei welchem die Vorzeichen + und — wegfallen, weil der Gegensatz zwischen denselben hier nicht besteht.

Wie jede Pyramide mit dem Zeichen $\pm mP$, so wird auch das senkrechte Prisma ∞P einer doppelten Ableitung zu unterwerfen sein, wodurch man bei Verlängerung der Querachse nach dieser Achse gestreckte Prismen, Querprismen, mit dem Zeichen ∞Pn und bei unendlicher Verlängerung jener Achse die Querfläche $\infty P\infty$ erhält. Bei Verlängerung der Längsachse entstehen nach dieser Nebenachse gestreckte Prismen, Längsprismen, ∞Pn, und wenn die Verlängerung ihre äußerste Grenze erreicht, $n = \infty$ wird, geht aus dem Prisma die Längsfläche $\infty P\infty$ hervor.

Da unter den vorstehend beschriebenen Formen die monokliniſche Pyramide die einzige geschlossene Form ist, diese aber weder für sich in der Natur vorkommt, noch als einfache Form angesehen werden kann, so giebt es im monokliniſchen System keine einfachen geschlossenen Formen, und die hierher gehörigen Krystalle stellen sämtlich Kombinationen dar. Die Entwickelung dieser Kombinationen, welche mehr oder weniger säulen- oder tafelförmige Gestalt haben, wird um so weniger Schwierigkeiten bereiten, je mehr man darauf achtet, daß jede Pyramide in zwei Halbpyramiden und jedes Querdoma in zwei Halbdomen zerfällt, während die vertikalen Prismen und die Längsdomen immer vollständig mit allen ihren vier Flächen ausgebildet sind.

Der Taf. 7, Fig. 5 dargestellte Krystall veranschaulicht eine nicht selten vorkommende Kombination des Gipsspates. Die beiden viereckigen Flächen vorn, welche der Hauptachse parallel laufen, gehören dem vertikalen Prisma ∞P, die der Hauptachse ebenfalls parallele, rechts sicht-

bare ſechseckige Fläche gehört der Längsfläche $\infty P \infty$ an; die gegen die Hauptachſe geneigten viereckigen Flächen unten und oben ſind Flächen der Grundpyramide $\pm P$, und zwar die beiden unteren die Flächen der poſitiven Halbpyramide $+P$, die beiden oberen die Flächen der negativen Halbpyramide $-P$. Die ganze Kombination würde demnach durch $\infty P . \infty P \infty . + P . - P$ zu bezeichnen ſein.

Taf. 7, Fig. 6 zeigt eine am Gipsſpat noch häufigere Kombination, die ſich von der vorigen dadurch unterſcheidet, daß die poſitive Halbpyramide $+P$ fehlt, und nur die negative Halbpyramide $-P$ ausgebildet iſt; die der Hauptachſe parallelen viereckigen Flächen vorn gehören nämlich wieder dem vertikalen Prisma ∞P an, die der Hauptachſe parallele viereckige Fläche rechts wieder der Längsfläche $\infty P \infty$, die oben ſichtbaren viereckigen, gegen die Hauptachſe geneigten Flächen wieder der negativen Halbpyramide $-P$ an, ſo daß alſo die ganze Kombination das Zeichen $\infty P . \infty P \infty . - P$ erhalten würde.

Der Taf. 5, Fig. 7 abgebildete Augitkryſtall ſtellt eine Kombination der poſitiven Halbpyramide $+P$ mit dem vertikalen Prisma ∞P, der Querfläche $\infty P \infty$ und der Längsfläche $\infty P \infty$ vor. Von den der Hauptachſe parallelen Flächen werden die ſechseckige vorn in der Mitte leicht als Querfläche, die beiden viereckigen links und rechts daneben als Prismenflächen, die viereckige ganz rechts als Längsfläche leicht zu erkennen ſein; die beiden ſechseckigen, gegen die Hauptachſe geneigten Flächen vorn unten gehören der poſitiven Halbpyramide an. (Vgl. auch den Augitkryſtall Taf. 14, Fig. 1.)

Bei dem Hornblendekryſtall Taf. 7, Fig. 8 ſehen wir wieder das vertikale Prisma ∞P mit der Längsfläche $\infty P \infty$ und der poſitiven Halbpyramide $+P$ verbunden, wozu aber noch die baſiſche Endfläche $0P$ (die viereckige, gegen die Hauptachſe geneigte Fläche vorn oben) getreten iſt. (Vgl. auch den Hornblendekryſtall Taf. 14, Fig. 6.)

Von den Orthoklas- (Adular-) Kryſtallen Taf. 12, Fig. 1—3 ſtellt Fig. 1 eine Kombination des vertikalen Prisma ∞P mit dem halben Querdoma $P \infty$ (die fünfeckige, gegen die Hauptachſe geneigte Fläche unten) und der baſiſchen Endfläche $0P$ (die gegen die Hauptachſe geneigte kleine dreieckige Fläche oben) dar; Fig. 2 zeigt dieſelbe Kombination, jedoch ſo, daß die baſiſche Endfläche und das halbe Querdoma im Gleichgewicht ausgebildet ſind; Fig. 3 zeigt ebenfalls dieſelbe Kombination, aber mit der Längsfläche $\infty P \infty$ (die der Hauptachſe parallele ſechsſeitige Fläche rechts ſeitlich). Eine der gewöhnlichſten Formen der in Graniten und Porphyren eingewachſenen Orthoklaskryſtalle zeigt Fig. 5; wir er-

kennen an derselben leicht das vertikale Prisma ∞P und die Längsfläche $\infty P \infty$; die gegen die Hauptachse geneigte fünfeckige Fläche vorn oben gehört der basischen Endfläche $0P$, die dagegen steiler gegen die Hauptachse geneigte fünfeckige Fläche vorn unten dem halben Querdoma $2P\infty$ an. An der gleichfalls sehr häufigen Form Fig. 6 kommt noch das Längsprisma $\infty P3$ (die beiden schmalen, der Hauptachse parallelen viereckigen Flächen links und rechts) vor. In Fig. 8 gehört die große fünfeckige gegen die Hauptachse geneigte Fläche der basischen Endfläche $0P$ an; die der Hauptachse parallele viereckige Fläche rechts seitlich gilt als Längsfläche $\infty P \infty$, die beiden der Hauptachse parallelen fünfeckigen Flächen vorn links und rechts gelten als Prismenflächen ∞P, die fünfeckige gegen die Hauptachse geneigte Fläche vorn unten gilt als halbes Querdoma $2P\infty$, und die schmale, gegen die Hauptachse geneigte Fläche gilt als halbes Längsdoma $2P\infty$.

Eine sehr einfache Kombination, gebildet von der basischen Endfläche $0P$, der Querfläche $\infty P \infty$ und der Längsfläche $\infty P \infty$, wozu noch das Querdoma $P\infty$ tritt, kommt am Stilbit (Taf. 13, Fig. 1), und zwar tafelförmig und säulenförmig vor.

Das trikline Kryſtallſyſtem. Die hierher gehörigen Formen zeigen unter allen Kryſtallformen die geringſte Regelmäßigkeit, da ſie gar keine Symmetrie im gewöhnlichen Sinne des Wortes beſitzen und rechts anders als links, vorn anders wie hinten, oben anders wie unten ausgebildet ſind. Sie bilden daher den ſchärfſten Gegenſatz zu den Formen des regulären Syſtems und müſſen auf drei ungleich lange, unter einander ſchiefwinklige Achſen bezogen werden. Eine dieſer Achſen wird zur Hauptachſe gewählt und ſenkrecht geſtellt, die beiden anderen, welche nun die Nebenachſen bilden, richtet man ſo, daß die eine, gewöhnlich die längere, quer vor dem Beobachter verläuft, die andere, die kürzere, von vorn nach hinten aufſteigt. Wir wollen die längere Nebenachſe (die Makroachſe) wieder als Querachſe, die kürzere (die Brachyachſe) als Längsachſe bezeichnen. Der Name des Syſtems (von tri = drei und klino = ich neige) bezieht ſich darauf, daß die drei Achſen unter einander lauter ſchiefe Winkel bilden. Dieſe Winkel ſind bei den verſchiedenen in dieſem Syſtem kryſtalliſierenden Mineralien verſchieden groß. Damit demnach ein trikliniſches Achſenkreuz ganz beſtimmt ſei, muß außer der Größe der drei Achſen auch die Größe der drei Neigungswinkel, welche die Achſen mit einander bilden, bekannt ſein.

Auch im trikliniſchen Syſtem geht man gewöhnlich von einer der monokliniſchen Pyramide ähnlichen Form als Grundform aus, welche

man als *trikliniſche Pyramide* bezeichnet, und die man ſich, da ſie in der Natur ebenſo wenig vorkommt wie die monokliniſche Pyramide, ebenfalls erſt konſtruieren muß, indem man ſich das trikliniſche Achſenkreuz durch Flächen begrenzt denkt.

Wie die rhombiſche und die monokliniſche Pyramide iſt auch die trikliniſche Pyramide (Doppelpyramide, Taf. 7, Fig. 9) von 8 ungleichſeitigen Dreiecken begrenzt, welche in 12 Kanten zuſammenſtoßen und 6 Ecken bilden. Aber infolge der Schiefwinkligkeit aller ihrer Achſen ſind von den 8 Dreiecken nur je 2 parallele einander gleich, und die trikliniſche Pyramide zerfällt demnach in 4 *Viertelpyramiden*, von denen jede ein bloßes Flächenpaar darſtellt und ſelbſtändig, unabhängig von den andern, auftreten kann. Von den 12 Kanten ſind ebenfalls nur je 2 parallele einander gleich, und die 6 Ecken ſind von dreierlei Art. Die durch die Endkanten und Mittelkanten gelegten Schnitte ſind Rhomboïde, weshalb das trikliniſche Syſtem auch klinorhomboïdiſches Syſtem genannt wird, während das monokliniſche Syſtem auch klinorhombiſches Syſtem heißt.

Aus der trikliniſchen Pyramide laſſen ſich auch hier, wie in den beiden vorigen Syſtemen, die verſchiedenen Prismen ableiten, welche ſich in der Richtung der drei Achſen erſtrecken und als *vertikales Prisma*, *Querdoma* und *Längsdoma* unterſchieden werden. Alle dieſe Prismen haben einen rhomboïdiſchen Querſchnitt, werden folglich von zwei ungleichartigen Flächenpaaren begrenzt und zerfallen in zwei *Halbprismen* und *Halbdomen*, wie dies im monokliniſchen Syſtem nur bei dem Querdoma der Fall war. Sowohl die Halbprismen als auch die Halbdomen können völlig unabhängig von einander auftreten. Endlich kommen im trikliniſchen Syſtem auch dreierlei Endflächen vor, welche wir, wie in den beiden vorigen Syſtemen, als *baſiſche Endfläche*, *Querfläche* und *Längsfläche* bezeichnen wollen.

Um die 4 Viertelpyramiden einer trikliniſchen Pyramide unterſcheiden und bezeichnen zu können, denkt man ſich eine ſolche vollſtändige Pyramide (Taf. 7, Fig. 9) ſo vor dem Beobachter aufgeſtellt, daß ihre Längsachſe auf denſelben zu läuft; die vorderen, dem Beobachter zugewendeten Flächen ihrer Teilpyramiden werden dann ſo verteilt erſcheinen, daß ſie nach ihrer Lage als obere und untere, als rechte und linke unterſchieden werden können. Bezeichnet man nun die Grundgeſtalt mit P, ſo laſſen ſich ihre 4 Viertelpyramiden durch Accente an dieſem Buchſtaben anſchaulich machen, indem man die rechte obere Fläche mit P′, und die linke obere mit ′P, die rechte untere mit P, und die linke untere mit ,P bezeichnet

(wobei immer die dieſen Flächen parallelen hinteren Flächen mit gemeint ſind); das Zeichen der vollſtändigen Grundgeſtalt mit Angabe ihrer verſchiedenen Viertelpyramiden iſt demnach ′P′. Die Zeichen der abgeleiteten Formen werden übereinſtimmend mit denen des rhombiſchen Syſtems gebildet, nur treten immer die die einzelnen Flächenpaare unterſcheidenden Accente hinzu. So erhalten die von der Grundgeſtalt ′P′ zunächſt abgeleiteten Pyramiden das allgemeine Zeichen m′P′ und die vier Viertelpyramiden, in welche ſie gleich der Grundform zerfallen, werden durch mP′ und m′P und mP, und m,P bezeichnet. Das an der Grenze dieſer Pyramiden ſtehende vertikale Prisma, welches in die beiden Halbprismen ∞P′ und ∞′P zerfällt, erhält das Zeichen ∞′P′, die baſiſche Endfläche, welche anderſeits die Grenzform jener Pyramiden bildet, das Zeichen 0P. Die aus einer abgeleiteten Pyramide m′P′ durch Verlängerung der Querachſe oder der Längsachſe hervorgehenden Querpyramiden und Längspyramiden werden durch m′P′n und m′P̆′n, und ihre Grenzglieder, die Querdomen und Längsdomen, durch m′P′∞ und m′P̆′∞ bezeichnet. Die aus dem vertikalen Prisma ∞′P′ bei Verlängerung der Querachſe hervorgehenden und nach dieſer Achſe geſtreckten Prismen, die Querprismen, erhalten das Zeichen ∞′P′n und die bei unendlicher Verlängerung der Querachſe entſtehende Querfläche wird durch ∞P∞ bezeichnet. Die aus dem vertikalen Prisma ∞′P′ durch Verlängerung der Längsachſe hervorgehenden Längsprismen erhalten das Zeichen ∞′P̆′n, die Längsfläche das Zeichen ∞P̆∞.

Da keine einzige der vorſtehend beſchriebenen einfachen Formen mehr als zwei parallele Flächen beſitzt, und nur je zwei parallele Flächen gleichartig ſind, ſo ſtellen auch alle triklinifchen Kryſtalle Kombinationen dar. Im allgemeinen entſprechen dieſelben den monokliniſchen Kombinationen; ihre Entwickelung iſt aber infolge des Auftretens der einzelnen Flächenpaare als Viertelpyramiden, Halbprismen und Halbdomen etwas ſchwieriger, und man muß ſchon einige Aufmerkſamkeit anwenden, um die gegenſeitige Beziehung und Bedeutung der verſchiedenen Flächenpaare nicht aus den Augen zu verlieren. Am beſten laſſen ſich die Eigentümlichkeiten der triklinifchen Kombinationen an den überall leicht zu erhaltenden (künſtlichen) Kryſtallen des Kupfervitriols veranſchaulichen. Eine der gewöhnlichſten Formen des Kupfervitriols ſtellt Taf. 7, Fig. 11 dar. Derſelben liegt die Form Fig. 10 zu Grunde, bei welcher man die der Hauptachſe parallele Fläche vorn als das rechte Halbprisma ∞P′, die angrenzende Fläche links als das linke Halbprisma ∞′P, die gegen die Hauptachſe geneigte Fläche oben als die rechte obere Viertelpyramide P′

betrachtet. Zu dieſen Flächen treten bei der Form Fig. 11 zwei der Hauptachſe parallele Flächen, die beiden Flächen rechts und links von der Fläche des rechten Halbprisma, von welchen die links als die Querfläche $\infty \breve{P} \infty$, die rechts als die Längsfläche $\infty \breve{P} \infty$ betrachtet wird. Der Taf. 12 dargeſtellte Kupfervitriolkryſtall zeigt noch einige häufig untergeordnet auftretende Flächen, wie die rechte obere Viertelpyramide der Längspyramide $2\breve{P}'2$ (die kleine viereckige, gegen die Hauptachſe geneigte Fläche rechts oben) und das linke Halbprisma des Querprisma $\infty'P2$ (die ganz ſchmale, der Hauptachſe parallele Fläche links ſeitlich).

Bei dem Albitkryſtall Taf. 7, Fig. 12 ſieht man die ſchmale viereckige Fläche vorn links als linkes Halbprisma $\infty'P$, die fünfeckige Fläche daneben (vorn rechts) als rechtes Halbprisma $\infty P'$, die ſechseckige Fläche vorn oben als baſiſche Endfläche $0P$, die große ſechseckige Fläche rechts ſeitlich als Längsfläche $\infty \breve{P} \infty$, die viereckige Fläche rechts unten als untere rechte Viertelpyramide P, und die fünfeckige Fläche links unten als unteres halbes Querdoma $\breve{P},\infty$ an. Taf. 7, Fig. 13 ſtellt denſelben Kryſtall, aber in anderer Stellung dar.

Bei dem in Taf. 7, Fig. 14 dargeſtellten Axinitkryſtall pflegt man die vorn ſichtbare ſechseckige Fläche als das linke Halbprisma $\infty'P$, die fünfeckige Fläche rechts ſeitlich als das rechte Halbprisma $\infty P'$ zu betrachten, die große fünfeckige Fläche oben gilt als die linke obere Viertelpyramide $'P$, die kleine viereckige Fläche rechts oben als die rechte obere Viertelpyramide P', die ſchmale viereckige Fläche rechts oben als das halbe Querdoma $2'P'\infty$.

4. Beſchaffenheit und Ausbildung der Kryſtalle.

In dem vorhergehenden Abſchnitt haben wir die Kryſtalle, um eine Überſicht über die einzelnen Formen und deren Flächen zu gewinnen, als vollkommen und mathematiſch genau ausgebildet angenommen; wir haben vorausgeſetzt, daß ſie von ebenen und glatten Flächen begrenzt ſind, daß alle Flächen ein und derſelben Form (oder Teilform) gleiche Geſtalt und Größe haben, daß die Kryſtalle ſelbſt ringsum und vollſtändig ausgebildet und auch hinreichend groß ſind, um eine genaue Beſtimmung zu geſtatten. Dieſen Vorausſetzungen entſpricht jedoch die Natur nur ſelten, ja man kann ſogar behaupten, daß die in der Natur vorkommenden Kryſtalle ſtets mehr oder weniger erhebliche Abweichungen von jener vollkommenen Regelmäßigkeit der Geſtaltung zeigen. Daß infolgedeſſen die genaue Erkennung und Beſtimmung der Kryſtalle nicht ſelten mit Schwierigkeiten verknüpft iſt, liegt auf der Hand. „Es iſt", ſagt Franz

v. Kobell, „als wollte sich die Natur in ihr Treiben nicht gern hineinschauen lassen, oder als sollte uns zur Übung des Verstandes die Sache nicht zu leicht gemacht werden, und so hat sie der Hindernisse gar mancherlei erfunden, die gleichwohl durch das Zusammenwirken vieler Forscher und Beobachter bis zu einem gewissen Grade überwunden werden, ich sage bis zu einem gewissen Grade, denn es geht hier wie in den Erzählungen von Zauberschlössern, wo man immer wieder verschlossene Thüren findet, wenn auch noch so viele auf die eine oder andere Art aufgemacht wurden. Wir glauben aber doch schon etwas geleistet zu haben, wenn wir durch einige Thüren gedrungen sind, und das kann man auch keine Anmaßung nennen; denn so viele der Wunder ein Naturforscher auch zu erschließen hat und überall von solchen umgeben ist, so unterstützt ihn selber dabei doch kein Wunder, und es wird keinem auf seinen Wegen eine Zauberflöte zuteil, die überall durchhilft, sondern es muß alles mit Mühe errungen sein."

Zunächst sind die Flächen der Krystalle selten vollkommen glatt und eben, sondern sie zeigen teils kleinere Unebenheiten, teils sind sie auch mehr oder weniger gekrümmt.

Die gekrümmten Flächen sind nicht häufig und kommen meist erhaben (konvex) vor. So ist es beim Diamant, der fast ausschließlich gekrümmte Begrenzungsflächen hat; nur die an ihm vorkommenden Oktaëderflächen sind stets eben (Bauer). Auch an Gipskrystallen, die zuweilen linsenförmige Gestalt haben, kommen gekrümmte Flächen vor. Eigentümlich sind die sogenannten geflossenen Krystalle; das sind Krystalle, welche, wie manche Bleiglanzkrystalle, Krystalle des Apatit, Augit, der Hornblende, eine ganz regellos gekrümmte Oberfläche besitzen und dadurch den Anschein erhalten, als ob sie — was aber in Wirklichkeit nicht der Fall ist — eine oberflächliche Schmelzung erlitten hätten. Vielfach ist die Flächenkrümmung auch nur eine scheinbare, wie z. B. bei den sattelförmigen Krystallen des Braunspat, wo die Krümmung dadurch entstanden ist, daß die Flächen von sehr vielen kleinen ebenflächigen Krystallen unter sehr stumpfen Winkeln, ungefähr so wie die Mauersteine eines Gewölbes, zusammenstoßen. Auf gleiche Weise sind die scheinbar gekrümmten Flächen der Krystalle des Prehnit, Desmin und mancher Bergkrystalle entstanden.

Häufiger als gekrümmte Krystallflächen nimmt man solche Flächen wahr, die in der Hauptsache zwar eben sind, aber von der vollkommenen Glätte durch kleinere Unebenheiten abweichen. Sie werden als drusig, rauh, gestreift oder gerieft unterschieden. Drusig heißen die Krystallflächen, wenn aus ihnen viele kleine, dicht aneinanderstoßende Krystall-

ecken oder Kryſtallteile hervorragen, wie z. B. aus den aus parallelen Würfelchen verwachſenen Oktaëderflächen des Flußſpat (Taf. 16, Fig. 11). *Rauhe* Flächen ſind mit ganz kleinen, nicht mehr erkennbaren Unebenheiten beſetzt, können aber bisweilen als feindruſige Flächen erkannt werden; ſie werden an vielen Kryſtallen wahrgenommen. Eine beſonders häufig vorkommende Erſcheinung iſt die *Streifung* oder *Riefung* der Kryſtallflächen. Sie iſt teils fein, teils grob, geradlinig und auch wohl krummlinig und verläuft auf den Flächen meiſt in ganz beſtimmter Richtung, z. B. auf den Würfelflächen des Eiſenkieſes parallel den Würfelkanten, auf den Prismenflächen des Quarzes parallel den Kanten mit den Pyramidenflächen. Die Streifung entſteht nicht ſelten dadurch, daß zweierlei Flächen wiederholt treppenförmig mit einander abwechſeln, wie z. B. die Prismenflächen mit den darüberliegenden Rhomboëderflächen, ohne daß letztere zur Geltung gelangen konnten. Je niedriger und kleiner die Treppen ſind, deſto feiner iſt die Streifung. Ebenſo rührt die Längsſtreifung an der rhombiſchen Säule des Topas von dem Hinzutreten einer ſtumpfen Säule her, welche, die Kanten der Grundform ganz flach zuſchärfend, an der Bildung der Seitenflächen, mit der ſchärferen Säule abwechſelnd teilnimmt. Doch ſind die Streifen auch oft durch feine, aber langgezogene Erhabenheiten gebildet, welche den Flächen aufſitzen, beſonders wenn die Streifung nicht ganz geradlinig iſt.

Aber nicht nur durch Erhabenheiten wird die Glätte und Ebenheit der Kryſtallflächen geſtört, ſondern auch durch Vertiefungen. Die Vertiefungen ſind freilich wenigſtens zum Teil kaum urſprüngliche Bildungen, ſondern die Folge ſpäterer Veränderungen, indem die ebenen Kryſtallflächen der auflöſenden Thätigkeit des Waſſers und anderer Stoffe ausgeſetzt waren. Sind die Vertiefungen der Flächen zahlreich, groß, unregelmäßig und ſcharfkantig und eckig, wenn auch nicht gerade ebenflächig begrenzt, ſo heißen die Flächen *zerfreſſen*.

Es iſt eine faſt allgemein gültige und für die Beſtimmung der Kryſtalle ſehr wichtige Regel, daß *alle Flächen ein und derſelben Form (oder Teilform) auch ein' und dieſelbe Beſchaffenheit der Oberfläche zeigen*. So ſind z. B. bei einem Eiſenkieswürfel, wenn *eine* Fläche geſtreift iſt, alle Flächen geſtreift; beim Bergkryſtall ſind alle Prismenflächen quergeſtreift, die Pyramidenflächen dagegen glatt; bei dem Topas ſind die Prismenflächen längsgeſtreift, die Endflächen glatt.

Eine eigentümliche Beſchaffenheit nimmt oft die Oberfläche der Kryſtalle an, wenn gewiſſe Stellen den übrigen im Wachstum voraneilen. So eilen meiſt die Kanten den dazwiſchenliegenden Flächen im Wachstum voran.

Die Flächen erscheinen dann nach ihrer Mitte hin vertieft oder ausgehöhlt, und der ganze Kryſtall ſieht wie abgemagert oder eingefallen aus. Zuweilen ſind dieſe Vertiefungen, welche meiſt treppenförmige Abſätze zeigen, nur gering und ſeicht, zuweilen reichen ſie aber auch faſt bis zum Mittelpunkt; dann iſt der Kryſtall gewiſſermaßen nur im Umriß angedeutet, aber der vom Umriß vorgeſchriebene Raum iſt nicht mit Maſſe erfüllt. Solche Bildungen heißen *Kryſtallſkelette*. Beiſpiele hierzu liefern der Quarz, der Bleiglanz, das Rotkupfererz. Auch beim Abdampfen der Kochſalzlöſung in den Siedepfannen entſtehen an der Oberfläche der Löſung ſchüſſelartig vertiefte Körperchen, die eine Zeit lang ſchwimmen, und am Boden bilden ſich Würfelchen mit ausgehöhlten Flächen. Eilen die Flächen der Kryſtalle den Kanten im Wachstum voran, ſo ſind erſtere in ihrer Mitte erhöht, letztere vertieft. Kryſtalle mit ſolchen Kanten, die man *eingekerbte* oder *eingeſchnittene* Kanten nennt, beobachtet man z. B. am Quarz, Rotkupfererz, Gold, Silber.

Als die Folge einer allmählichen, zum Teil ſogar unterbrochenen Bildung iſt der *ſchalige* oder *ſchichtenartige* Aufbau vieler Kryſtalle zu erwähnen. Am einfachſten zeigt ſich dieſe Erſcheinung, wenn die Kryſtalle aus einem inneren Kern und einer einzigen äußeren Schicht beſtehen. So zeigen manche Flußſpatkryſtalle ein Oktaëder als Kern, das von einer als Würfel ausgebildeten Schale umgeben iſt. Manche Kalkſpatkryſtalle haben ein Rhomboëder (— 2 R) als Kern, ein anderes (das Grundrhomboëder R) bildet die Schale. Häufiger aber bildet jedoch die Schale eine genaue Wiederholung des Kernes. Sehr deutlich fällt der Kernkryſtall in die Augen, wenn er in einer Hülle von anderer Farbe ſteckt. So giebt es beim Flußſpat violette Kernkryſtalle in weingelber Hülle, blaue Kernkryſtalle in farbloſer Hülle, weißliche Kernkryſtalle in honiggelber Hülle. Viele größere Kryſtalle, z. B. manche Quarzkryſtalle, beſtehen aus einer großen Anzahl von Schichten, die ſich durch verſchiedene Reinheit und Durchſichtigkeit oder durch verſchiedene Färbung voneinander unterſcheiden. Bei manchen Amethyſtkryſtallen ſind zahlreiche einzelne Lagen von weißem Quarz parallel den äußeren Kryſtallflächen eingeſchaltet. Manchmal tritt die Schichtenbildung auch erſt bei beginnender Zerſtörung (Verwitterung) deutlich hervor, wie bei manchen Feldſpaten. Zuweilen erſcheinen die Schichten auch nicht feſt, ſondern locker miteinander verbunden, weil ſie durch äußerſt dünne Lagen eines fremden Minerals zum Teil getrennt erſcheinen. In dieſem Falle gelingt es bei größereren Kryſtallen hin und wieder, die einzelnen Schichten voneinander abzuheben und den Kern freizulegen, wie bei dem ſogenannten

Kappenquarz, deſſen Schichten mit Glimmerblättchen belegt ſind, bei manchen Kryſtallen von Wolframerz, Veſuvian, Epidot.

Eine häufig vorkommende Abweichung der Kryſtalle von der vollkommen geſetzmäßigen (idealen) Geſtalt beſteht darin, daß die Flächen ein und derſelben Form (oder Teilform) nicht gleich und ähnlich (oder kongruent) ſind, ſondern verſchiedene Geſtalt und Größe zeigen, weil ſie nicht in gleichen Abſtänden vom Mittelpunkte ausgebildet ſind, ſondern demſelben näher oder ferner liegen. So haben die Oktaëder des Magneteiſenerzes durchaus nicht immer die Taf. 11, Fig. 1 dargeſtellte Form, ſondern oft die abweichende Form Fig. 2, bei welcher vier Flächen, welche dem Mittelpunkte näher liegen als die übrigen, ſtark vergrößert erſcheinen und zu Vierecken geworden ſind; an die Stelle der Endecken der eigentlichen Form ſind Kanten getreten. Die Alaun-Oktaëder haben oft die Form Taf. 16, Fig. 4, oder die Form Fig. 5 oder andere ähnliche Geſtalten. Die Quarzkryſtalle erſcheinen oft in den Taf. 12, Fig. 11—14 dargeſtellten abweichenden Formen. Derartige Abweichungen, welche als *Verzerrungen* oder *Verziehungen* bezeichnet werden, ſind oft die Urſache, daß Kryſtallformen des einen Syſtems denen eines anderen ähnlich werden. So hat das Magneteiſenerz-Oktaëder Taf. 11, Fig. 2 das Anſehen einer an den Enden durch je zwei dreieckige Flächen (die Flächen eines Längsdoma) zugeſchärften rhombiſchen Säule. Die Bleiglanzwürfel ſehen zuweilen, indem entweder vier oder alle ſechs Flächen zu Rechtecken geworden ſind, wie tetragonale Tafeln oder wie eine Kombination der rhombiſchen Endfläche, der Querfläche und Längsfläche aus. Es kommen Granat-Rhombendodekaëder vor, die einem durch die tetragonale Pyramide zweiter Art zugeſpitzten hexagonalen Prisma gleichen. Aber alle die erwähnten Formen, ſo ſehr ſie ſich auch durch die Geſtalt und Größe der Flächen von den entſprechenden vollkommenen Formen unterſcheiden, ſtimmen doch mit dieſen in den Neigungswinkeln der Flächen (den Kantenwinkeln) und in der Beſchaffenheit der Flächen überein, und man kann ſich daher die Verzerrungen durch parallele Verſchiebung der Flächen aus den vollkommenen Formen entſtanden denken. Das verzerrte Magneteiſenerz-Oktaëder Taf. 11, Fig. 2 kann man ſich beiſpielsweiſe dadurch aus der vollkommenen Form hervorgegangen denken, daß zwei Flächen desſelben parallel mit ſich ſelbſt um einen entſprechenden Betrag nach außen gerückt ſind; dadurch iſt aber weder an der Beſchaffenheit der Flächen, noch an den Flächenwinkeln etwas geändert worden. Ebenſo kann durch parallele Verſchiebung der Flächen das Alaun-Oktaëder in die Formen Fig. 4 und 5 (Taf. 15) übergeführt werden und umgekehrt.

Die Messung der Kantenwinkel ist demnach ein wichtiges Mittel, verzerrte Krystallformen zu erkennen und auf ihre regelrechte Gestalt zurückzuführen; in vielen Fällen gelangt man indessen schon zum Ziele, wenn man sich einfach an die oben erwähnte Regel hält, daß alle Flächen ein und derselben Form (oder Teilform) auch gleiche physikalische Beschaffenheit haben. Die Granatkrystalle mögen daher tetragonalen oder hexagonalen Krystallen noch so ähnlich sehen, sobald ihre zwölf Flächen gleiche Beschaffenheit zeigen, können es nur verzerrte Rhombendodekaëder sein. Denn wäre die Form tetragonal, so würden nur vier, wäre sie hexagonal, so würden nur sechs Flächen eine andere Beschaffenheit zeigen, als die acht oder sechs anderen.

Hier wollen wir auch einer sehr eigentümlichen gesetzmäßigen Abweichung vom Symmetriegesetz gedenken, die wir an gewissen nicht regulären Krystallen wahrnehmen. Diese Krystalle zeigen nämlich bei einigen Mineralien an beiden Enden ganz verschiedene Flächenausbildung, das eine Ende ist von den Flächen einer anderen Form begrenzt als das andere. Man nennt diese Erscheinung, die nicht mit der Hemiëdrie verwechselt werden darf, *Hemimorphie*, und die Krystalle, welche dieselbe zeigen, *hemimorph* (hemi, halb und morphe, Gestalt). Ausgezeichnete Beispiele von hemimorphen Krystallen liefern der Turmalin und der Galmei. So stellt Taf. 14, Fig. 4 einen Turmalinkrystall dar, der an seinem oberen Ende durch die Flächen zweier Rhomboëder (R und −2R), am unteren Ende aber durch die Endfläche (0R) begrenzt ist. Der in Taf. 11, Fig. 1 abgebildete Galmeikrystall ist oben durch die Endfläche (0P), unten durch die Flächen einer Längspyramide ($2\breve{P}2$) begrenzt. Sehr merkwürdig ist es, daß die meisten hemimorphen Krystalle zugleich die Eigenschaft besitzen, durch Erwärmung an ihnen entgegengesetzten Enden entgegengesetzt oder polarisch elektrisch zu werden.

Sehr viele Krystalle haben auch die ihnen zukommende vollkommene Gestalt deshalb nicht erreichen können, weil sie *aufgewachsen* sind, d. h. sich auf einer starren (gleichartigen oder fremdartigen) Unterlage gebildet haben und daher an der Stelle, wo sie mit der Unterlage in Berührung standen, an der freien Ausbildung gehindert waren. Gewöhnlich zeigen solche Krystalle nicht viel mehr als die eine (obere) Hälfte ihrer Form. Bei vielen Quarzkrystallen finden wir oft nur eine Pyramide ausgebildet. Dagegen erscheinen die *einzeln eingewachsenen* Krystalle, die in einer weichen, nachgiebigen Umgebung schwimmend oder schwebend entstanden sind, häufig als ringsum vollständig ausgebildet. Werden eingewachsene Krystalle durch Zerstörung (Verwitterung) und

Fortschaffung der sie umgebenden Gesteinsmasse oder durch absichtlichen Eingriff der Menschen frei, so werden sie als lose Krystalle bezeichnet. Werden aufgewachsene Krystalle von ihrer Unterlage entfernt, so stellen sie sich als abgebrochene Krystalle dar. Um von einem aufgewachsenen oder abgebrochenen Krystalle ein vollständiges Bild zu erhalten, ist man genötigt, die unausgebildete Seite nach den Gesetzen der Symmetrie in der Vorstellung zu ergänzen.

Endlich wird die genaue Erkennung und Bestimmung der Krystalle häufig durch ihre geringe Größe erschwert oder auch ganz unmöglich gemacht. Und dies gilt nicht nur von solchen Krystallen, welche nach allen drei Ausdehnungen des Raumes geringe Ausdehnung zeigen, sondern auch von solchen, bei denen dies nach zwei oder auch nur nach einer Ausdehnung des Raumes der Fall ist. Zeigen sich die Krystalle nur nach einer Ausdehnung des Raumes wenig ausgedehnt, wie z. B. manche Kalkspatkrystalle, so sind sie dünn-tafelförmig, und dann sind nicht selten die Randflächen der Tafel so schmal oder so unvollkommen ausgebildet, daß eine nähere Untersuchung der Form oft nicht einmal bis zur Bestimmung des Krystallsystems führt. Sind zugleich auch die übrigen Ausdehnungen solcher Krystalle sehr klein, so erscheinen die Krystalle als dünne Blättchen oder Schuppen. Wenn die Krystalle nach zwei Ausdehnungen des Raumes sehr wenig ausgedehnt sind, wie z. B. die Krystalle des Natrolith, Antimonglanz, Aragonit, so haben sie dünnsäulenförmige, nadelförmige oder haarförmige Gestalt, und dann sind oft wieder die Seitenflächen so schmal und die Endflächen so klein, daß nur der säulenförmige (prismatische) Charakter der Form ersichtlich, nicht aber eine nähere Bestimmung derselben möglich ist.

5. Einschlüsse in Krystallen.

Viele Krystalle, und zwar sogar viele recht vollkommen ausgebildete Krystalle sind in ihrem Innern nicht gleichartig, sondern sie enthalten fremde Körper eingeschlossen. Diese fremden Körper, die als Einschlüsse bezeichnet werden, sind entweder von fester, flüssiger oder luftförmiger Beschaffenheit. Erstere lagen den Krystallen beim Wachsen im Wege und wurden so eingeschlossen; die flüssigen Körper sind Teile der Mutterlauge*), die luftförmigen Bläschen von Gasen und Dämpfen, welche in der Mutterlauge enthalten (absorbiert) waren und bei der

*) Unter Mutterlauge versteht man die Flüssigkeit, welche übrig bleibt, wenn aus einer Lösung (Salzlösung) ein Teil des aufgelösten Körpers (Salzes) herauskrystallisiert ist.

Kryſtallbildung umwachſen wurden. Die Einſchlüſſe ſind entweder ſo groß, daß ſie mit dem bloßen Auge, oder ſo klein, daß ſie nur unter dem Mikroſkop wahrgenommen werden können.

Die feſten Einſchlüſſe ſind meiſt ebenfalls kryſtalliſiert, ſeltener geſtaltlos oder amorph. Die erſteren erſcheinen in Form von Säulen oder Nadeln, Faſern, Blättchen oder Schuppen, oder auch als ein grober oder feiner Staub. Ein Mineral, das die feſten Einſchlüſſe in allen dieſen Formen und unter den mannigfaltigſten Erſcheinungen darbietet, iſt der Quarz, und zwar in ſeiner durchſichtigen Abänderung als Bergkryſtall; denn er enthält Nadeleiſenerz (Göthit) und Rutil in feinen Nadeln, Hornblende in feinen Faſern, Glimmer oder Eiſenglanz in Schüppchen, Chlorit oder Eiſenkies als feinen Staub. Auch der Kalkſpat, der Flußſpat, der Schwerſpat, die Feldſpate und Turmaline ſind nicht ſelten mit verſchiedenen Einſchlüſſen verſehen. Die ſäulen- oder nadelförmigen Einſchlüſſe ragen zuweilen mehr oder weniger weit aus dem ſie einhüllenden Kryſtall heraus, während die feinen, ſchuppigen oder körnigen Gebilde, oft nur nahe an oder auf der Oberfläche des einſchließenden Kryſtalls verteilt, ihm gleichſam nur aufgeſtreut ſind. Zuweilen ſind die feſten Einſchlüſſe in ſolcher Menge vorhanden, daß an ſich farbloſe und durchſichtige Kryſtalle gleichmäßig getrübt und gefärbt erſcheinen. So iſt mancher Bergkryſtall durch ſtaubfeine Chloritteilchen grün, mancher Stilbit durch Blättchen und Körnchen von Eiſenglanz rot gefärbt. Die Feldſpatkryſtalle in den Geſteinen erhalten durch Einſchlüſſe von Augit oder von Magneteiſenerz eine grüne oder ſchwärzliche Farbe. Der Praſem von Breitenbrunn im ſächſiſchen Erzgebirge verdankt ſeine lauchgrüne Farbe „einem dichten Gewirre von ſchilfigen und nadelförmigen Strahlſteinſäulen, mit welchen eine klare, farbloſe Quarzmaſſe durch und durch geſpickt iſt“. Eine regelmäßige Verteilung der Einſchlüſſe nimmt man an einem Feldſpat, dem Sonnenſtein von Tvedeſtrand in Norwegen, wahr, in welchem Schüppchen von Eiſenrahm zu gleicher Zeit erglänzen, weil ſie parallel der Hauptſpaltungsfläche des Feldſpats gelagert ſind. Im Dolomit vom Greiner ſind Tremolitfaſern parallel den Rhomboëderkanten gelagert. Am größten iſt die Menge der feſten Einſchlüſſe wohl bei dem ſogenannten kryſtalliſierten Sandſtein von Fontainebleau, der aus Kalkſpatkryſtallen beſteht, welche ungemein viel Quarzkörner einſchließen. Sind die eingeſchloſſenen Kryſtällchen ſehr klein und nur noch unter dem Mikroſkop*) erkennbar, ſo nennt man ſie Mikrolithe. Sie finden ſich be-

*) Die mikroſkopiſche Unterſuchung der Mineralien und Geſteine wird in neuerer Zeit als eine wichtige Aufgabe der Mineralogie betrachtet. Um eine ſolche

sonders häufig und deutlich im Obsidian, Perlstein und Pechstein. Ebenso kommen sie nicht selten in den künstlichen Schlacken vor. Ihre häufigste Form ist die Stäbchen- oder Nadelform. Man spricht von Augit-, Nephelin-, Apatit-Mikrolithen; doch sind diese kleinen Gebilde oft ihrer mineralogischen Natur nach nicht sicher bestimmbar. Auch die Mikrolithe sind zuweilen in regelmäßiger Anordnung den Krystallen eingewachsen. So findet man in manchem Glimmer in drei unter 60° gegen einander geneigten Richtungen sehr dünne Nädelchen von Rutil in zahlloser Menge parallel den Spaltungsflächen eingelagert, so daß Tafeln dieses Glimmers, wenn man dieselben gegen eine Lichtflamme hält, diese als prächtigen sechsstrahligen Stern erscheinen lassen.

Die flüssigen und luft- oder gasförmigen Einschlüsse sind in den Krystallen häufig neben einander vorhanden. Die kleineren sind gewöhnlich mehr oder weniger kugelig oder eiförmig, die größeren unregelmäßig gerundet, verzweigt oder schlauchförmig verzerrt. Zuweilen sind ihre Wandungen auch gerade und flach, und sie entsprechen dann meist auch der äußeren Begrenzung des sie einschließenden Krystalls. Sie sind im Quarz, Feldspat, Leucit, Augit, Topas, Beryll, Kalkspat, Gips, Flußspat, Steinsalz, Zinnerz und vielen anderen Mineralien beobachtet worden. Weitaus die meisten flüssigen Einschlüsse zeigen ein ganz deutlich erkennbares kugeliges Luftbläschen, eine sogenannte Libelle in ihrer Ausfüllung, die sich beim Hin- und Herneigen der Krystalle ebenso bewegt, wie die Luftblase oder Libelle in einer Wasserwage. Eine der seltsamsten Erscheinungen im Mineralreiche, die in manchen Quarzkrystallen älterer Gesteine wahrgenommen wird, ist das freiwillige Wandern und Tanzen mancher Libellen. In diesem Falle beobachtet man bei vollständiger Ruhe des Präparates und bei sich gleichbleibender Temperatur ein beständiges Umhergehen oder Umhertanzen der Libelle in dem Hohlraume. Hier drehen sich also Dampf und Flüssigkeit beständig herum, und es entsteht der Eindruck einer ewigen automatischen Bewegung (Tschermak). — Was die chemische Beschaffenheit der flüssigen und luftförmigen Einschlüsse betrifft, so bestehen erstere meist aus Wasser oder wässerigen Lösungen von Salzen, letztere aus Wasserdampf, Kohlensäure,

---

Untersuchung auszuführen, muß man von dem betreffenden Mineral so dünne Blättchen herstellen, daß es durchsichtig oder doch wenigstens stark durchscheinend wird und also eine Untersuchung bei durchfallendem Licht gestattet. Solche Blättchen, die man bei vorsichtigem Schleifen der Mineralien erhält, werden Dünnschliffe genannt. Vollkommen undurchsichtige Mineralien müssen durch Anschliffe und bei auffallendem Licht untersucht werden.

Stickstoff oder Kohlenwasserstoff. Prof. Zirkel beobachtete in manchen Quarzen eine Lösung von Steinsalz eingeschlossen, die neben der Libelle ein kleines, oft scharfkantiges, wasserhelles Würfelchen von Steinsalz schwimmend enthielt. Beim Erwärmen des Quarzes trat eine vollständige Auflösung des Krystalls, nach dem Erkalten aber eine Wiederbildung eines oder mehrerer Krystalle ein. Ein noch merkwürdigeres Verhalten zeigen die Einschlüsse, welche aus flüssiger Kohlensäure bestehen. Sie dehnen sich nämlich bei gelinder Erwärmung so stark aus, daß die Libelle rasch verschwindet, und der Hohlraum vollständig ausgefüllt erscheint. Bei nachheriger Abkühlung kehrt jedoch die Libelle mit einem Schlage wieder zurück, oder es entstehen statt des früheren einen Bläschens mehrere kleine auf einmal, wodurch eine kochende Bewegung der Flüssigkeit hervorgerufen wird. Während die wässerigen Einschlüsse auf eine wasserhaltige Mutterlauge schließen lassen, führen die Einschlüsse von flüssiger Kohlensäure darauf, daß die Krystalle sich unter hohem Drucke gebildet haben müssen. — In manchen Steinsalzkrystallen werden würfelförmige Höhlungen wahrgenommen, die leer erscheinen, jedoch ein Gas unter hoher Spannung enthalten, welches nach Prof. Bunsens Untersuchungen vorherrschend Kohlenwasserstoff (Sumpf- oder Grubengas) und Stickstoff ist. Löst man solches Steinsalz in Wasser auf, so werden die Wände der Höhlung immer dünner, bis sie das Gas unter einem knisternden Geräusch zersprengt (Knisterſalz von Wieliczka). — Die flüssigen Einschlüsse erscheinen entweder ganz unregelmäßig verteilt oder reihen- oder streifenweise angeordnet oder zu Haufen oder Schichten vereinigt. In letzterem Falle läßt ihre Anordnung den Schluß zu, daß während des Wachstums des Krystalls die Entwickelung der Bläschen in der Mutterlauge periodisch erfolgte. Eine übergroße Menge flüssiger Einschlüsse giebt oft den sonst völlig farblosen Krystallen ein trübes bis milchiges Aussehen.

Die amorphen festen Einschlüsse sind glasartige Gebilde, die sich bei der mikroskopischen Beobachtung zum Teil gerade so verhalten wie Flüssigkeiten. Sie haben in der Regel eine mehr oder weniger eiförmige bis kugelige, tropfenähnliche Gestalt, manchmal aber auch die Form, welche die äußere Begrenzung des Krystalls zeigt, der sie beherbergt, und dem sie nicht selten in irgend einer Weise regelmäßig eingelagert sind. So kommen in den Leucitkrystallen vom Vesuv braune Glaseinschlüsse vor, welche kranzförmig angeordnet erscheinen und die Leucitform außerordentlich scharf ausgeprägt zur Schau tragen. Sie erscheinen mit oder ohne Libelle, nur daß sich die Libelle selbstverständlich niemals bewegt und auch beim Erwärmen nicht verändert. Da es

Flüssigkeitseinschlüsse von gleichem Verhalten giebt, so würde es manchmal schwer zu entscheiden sein, ob man einen flüssigen oder amorphen festen Einschluß vor sich habe, wenn nicht die Natur der Umgebung hinreichende Anhaltspunkte gewährte. Die amorphen Einschlüsse treten außer im Leucit auch im Quarz und in Feldspaten aus Pechsteinen, Obsidianen, Basalten, Trachyten u. s. w. auf. Sie stellen Teilchen eines Schmelzflusses dar, welche von den Krystallen, die sich aus dem Schmelzflusse ausscheiden, während ihres Wachstums eingeschlossen wurden. Wo sich daher solche Einschlüsse zeigen, da liefern sie den unwiderleglichen Beweis, daß der sie einschließende Krystall in Gegenwart einer geschmolzenen Masse fest geworden ist.

6. Verwachsung der Krystalle.

Bisher war nur von einzelnen Krystallen die Rede. Es kommen aber auch zwei oder mehrere bis viele gleichgestaltete Krystalle ein und desselben Minerals mit einander verwachsen vor, und zwar entweder in paralleler oder nicht paralleler Stellung. Unter paralleler Stellung zweier gleichgestalteter Krystalle versteht man diejenige Stellung, bei welcher die Achsen und Flächen des einen den Achsen und Flächen des andern parallel sind. So findet man z. B. Oktaëder von Alaun in der in Taf. 16, Fig. 7 dargestellten Weise miteinander verwachsen. Der Flußspat zeigt zuweilen größere Oktaëder, die äußerlich aus vielen kleinen Würfelchen zusammengesetzt erscheinen, etwa wie Taf. 16, Fig. 11. Größere Rhomboëder und Skalenoëder von Kalkspat sind mitunter aus unzähligen kleinen Rhomboëderchen derselben Art aufgebaut. Solche Bildungen machen den Eindruck, als ob ein größerer Krystall aus vielen kleineren zusammengesetzt wäre; es ist dies jedoch nur scheinbar der Fall, denn im Innern ist ein solcher Krystall immer ein geschlossenes Ganze und nur an seiner äußeren Schicht geht er in viele getrennte Kryställchen aus.

Zwillingskrystalle. Die Krystalle kommen aber nicht nur in paralleler, sondern auch in nichtparalleler Stellung miteinander verwachsen vor. Zwei Krystalle, welche in nichtparalleler Stellung, aber vollkommen regelmäßig (in gesetzmäßiger Weise) miteinander verwachsen sind, heißen **Zwillinge**. Sehr häufig vorkommende Zwillinge sind die sogenannten Schwalbenschwanzzwillinge des Gipses (Taf. 15, Fig. 3), die in jedem Wasserkessel entstehen, der längere Zeit hindurch mit gipshaltigem Wasser gespeist wurde. Auch Magneteisenerzzwillinge (Taf. 11, Fig. 5), Zinnerzzwillinge (Taf. 11, Fig. 5—8), Augitzwillinge (Taf. 14, Fig. 6) und Orthoklaszwillinge, namentlich die sogenannten Karlsbader Zwillinge (Taf. 12, Fig. 9 u. 10) bekommt man öfter zu Gesicht. Die Regelmäßigkeit (Gesetzmäßigkeit)

der Verwachsung besteht in den meisten Fällen darin, daß die Krystalle, welche den Zwilling bilden, eine Fläche gemeinsam haben und gegen dieselbe symmetrisch (umgekehrt) liegen. Die gemeinsame Fläche wird Zwillingsebene genannt. Bei dem Gipszwilling Taf. 15, Fig. 3 liegen die einzelnen Krystalle symmetrisch zu einer der Querfläche parallelen Fläche und diese ist also in diesem Falle die Zwillingsebene. Die Stellung der beiden Krystalle ist ganz dieselbe, wie die Stellung eines Gegenstandes zu seinem Spiegelbilde, wobei die Spiegelfläche die Zwillingsebene darstellt. Denkt man sich den einen Krystall des Zwillings um 180° gedreht, so wird er dem andern parallel. Sind umgekehrt beide Krystalle parallel und denkt man sich den einen um 180° gedreht, so kommt er in die Zwillingsstellung gegen den andern. (Um sich die Drehung von 180°, welche man sich durch den einen Krystall auf der Zwillingsebene ausgeführt denkt, zu veranschaulichen, lege man die beiden Hände aufeinander und dann drehe man die eine auf der andern so herum, daß die Fingerspitzen der einen auf die Wurzel der andern zu liegen kommen.) Die Linie, welche als Drehungsachse dient, heißt die Zwillingsachse. Sie ist normal (rechtwinklig) zur Zwillingsebene. Durch die Angabe der Zwillingsebene oder Zwillingsachse ist ein Zwilling unzweideutig bestimmt. Man nennt diese Angabe das Zwillingsgesetz. Die Zwillingskrystalle verraten sich gewöhnlich, doch nicht immer, durch sogenannte einspringende Winkel.

Je nach der Art und Weise der Verwachsung der Einzelkrystalle unterscheidet man Berührungszwillinge und Durchwachsungszwillinge. Zu ersteren gehören von den angeführten Zwillingen der Gipszwilling (Taf. 15, Fig. 3), der Augitzwilling (Taf. 14, Fig. 6), der Magneteisenerzzwilling (Taf. 11, Fig. 4) und die Zinnerzzwillinge (Taf. 11, Fig. 5—8); ein Durchwachsungszwilling ist der Orthoklaszwilling (Taf. 12, Fig. 9 u. 10); andere Beispiele liefern der Flußspat (Taf. 16, Fig. 12), der Eisenkies (Taf. 9, Fig. 11 u. 12) und der Staurolith (Taf. 14, Fig. 2, 4 u. 5). Bei den Berührungskrystallen sind die Einzelkrystalle bloß aneinander, bei den Durchwachsungszwillingen in und durch einander gewachsen. Bei ersteren ist die Zwillingsebene häufig zugleich die Grenzfläche der beiden Einzelkrystalle, oder wie man gewöhnlich sagt, die Zusammensetzungsfläche derselben, und die beiden Einzelkrystalle erscheinen sehr gewöhnlich in der Richtung der Zwillingsachse mehr oder weniger verkürzt; ja häufig geht diese Verkürzung so weit, daß von jedem Einzelkrystall nur die Hälfte, und zwar die von dem andern Einzelkrystall abgewendete Hälfte ausgebildet ist. Man kann sich

daher von einem solchen Berührungszwilling am leichtesten eine Vorstellung machen, wenn man sich einen einfachen Krystall, z. B. den Taf. 8, Fig. 1; Taf. 14, Fig. 1 dargestellten Gipskrystall parallel der Zwillingsebene in zwei Hälften zerschnitten und hierauf die eine Hälfte um 180° herumgedreht denkt (Taf. 8, Fig. 2). In gleicher Weise kann man sich aus dem Taf. 14, Fig. 1 dargestellten einfachen Krystall des Augit den Fig. 6 dargestellten Zwilling erklären. Bei dem Magneteisenerzzwilling Taf. 11, Fig. 5 sind zwei Oktaëder parallel einer Oktaëderfläche miteinander verwachsen. Denkt man sich ein Oktaëder Taf. 8, Fig. 4*) durch einen einer Oktaëderfläche parallelen Schnitt halbiert und die eine Hälfte um die andere um 180° gedreht, so entsteht der erwähnte Magneteisenerzzwilling (Taf. 8, Fig. 5; Taf. 11, Fig. 5). Gleiche Zwillinge kommen am Spinell und an der Zinkblende vor. Die Taf. 11, Fig. 5—8 dargestellten Zwillinge des Zinnerzes sind Zwillinge des tetragonalen Systems, bei welchem die Einzelkrystalle nach dem Gesetz verwachsen sind: die Zwillingsebene ist eine der Pyramide zweiter Art parallele Fläche. Sind die Einzelkrystalle mehr pyramidal, so erscheinen die Zwillinge wie Fig. 5 oder 6, sind sie mehr säulenförmig, so erscheinen die Zwillinge knieförmig, wie Fig. 7 oder 8. Wegen der einspringenden Winkel an der Zwillingsgrenze, die mit einem Visier verglichen werden, nannten die erzgebirgischen Bergleute die Zinnerzzwillinge Visiergraupen. (Zinngraupen nennt man häufig die Zinnerzkrystalle.) Die Zwillinge des Zinnerzes sind den Zwillingen des Rutil sehr ähnlich (Taf. 11, Fig. 3 u. 4); letztere erscheinen aber stets knieförmig, weil die Einzelkrystalle immer säulenförmig verlängert sind.

Bei den Durchwachsungszwillingen sind die Einzelkrystalle, abgesehen von den in der Verwachsung liegenden Teilen, vollständig ausgebildet und über die Zwillingsebene hinaus verwachsen. In diesem Falle findet nicht selten eine vollkommene Durchkreuzung, zuweilen eine so vollständige gegenseitige Durchdringung der beiden Einzelkrystalle statt, daß nach außen eine scheinbar einfache Krystallform entsteht. Die Taf. 11, Fig. 9 und 10 dargestellten Orthoklaskrystalle, welche, wie schon erwähnt, nach einem Fundorte häufig Karlsbader Zwillinge genannt werden, entsprechen dem schon mehrfach angeführten Gipszwilling. Die beiden Einzelkrystalle aber erscheinen wie ineinander geschoben. Bei dem Durchwachsungs-

*) Das Oktaëder ist in Taf. 8, Fig. 4 so gezeichnet, daß eine Fläche desselben (mit ihrer Gegenfläche) wagerecht ist; durch einen jener Oktaëderfläche parallelen, also gleichfalls wagerechten Schnitt wird es halbiert; Fig. 6 stellt dasselbe Oktaëder vor, nur um 180° im Horizont gedreht.

zwilling des Flußspates (Taf. 16, Fig. 12) sind zwei Würfel nach dem Gesetz verwachsen: Die Zwillingsebene ist eine Fläche des Oktaëders. Ein durch seine kreuzförmigen Durchwachsungszwillinge ausgezeichnetes Mineral ist der Staurolith. Seine rhombischen Einzelkrystalle, welche gewöhnlich die säulenförmige Kombination $\infty P . \infty \breve{P} \infty . 0P$ darstellen, sind meist auf zweifache Weise miteinander verwachsen, nach dem Gesetz: die Zwillingsebene ist eine Fläche des Querdomas (Taf. 14, Fig. 2) und nach dem Gesetz: die Zwillingsebene ist eine Fläche der Querpyramide (Taf. 14, Fig. 5). Im ersten Falle schneiden sich die Hauptachsen beider Einzelkrystalle fast rechtwinklig, im zweiten Falle ungefähr unter einem Winkel von 60°.

Die Zwillinge halbflächiger oder hemiëdrischer Krystalle zeigen zuweilen die Einzelkrystalle in symmetrischer Lage bei paralleler Stellung der Achsen, wie der aus zwei verwachsenen Tetraëdern gebildete Fahlerzzwilling (Taf. 8, Fig. 3; Taf. 10, Fig. 11) und der aus zwei verwachsenen Fünfeck-Zwölfflächnern gebildete Eisenkieszwilling Taf. 9, Fig. 12, der gewöhnlich als Zwilling des eisernen Kreuzes bezeichnet wird. Diese Art Zwillinge, welche auch Ergänzungszwillinge genannt werden, bilden den Übergang von den parallel miteinander verwachsenen Krystallen zu den eigentlichen Zwillingen (den Zwillingen mit geneigten oder nichtparallelen Achsensystemen), und stehen unter dem allgemeinen Gesetz, daß beide Einzelkrystalle in derjenigen Stellung miteinander verwachsen sind, in welcher sie sich zu der ihnen entsprechenden Stammform ergänzen. Denkt man sich die auf den einzelnen Flächen der beiden vorhin genannten Zwillingskrystalle aufsitzenden nasenartigen Hervorragungen weggeschnitten, so erhält man die den verwachsenen Einzelkrystallen entsprechenden vollflächigen Formen, und zwar im ersten Falle ein Oktaëder, im zweiten einen Pyramidenwürfel.

Ein und dieselbe Zwillingsbildung wiederholt sich nicht selten, indem sich nach demselben Gesetze an den zweiten Einzelkrystall ein dritter, an diesen ein vierter, an diesen ein fünfter u. s. w. anschließt. So entstehen Drillingskrystalle oder Drillinge, Vierlinge, Fünflinge, allgemein Vielline. Bei diesen Wiederholungen ist der Unterschied sehr wichtig, ob die Zusammensetzungsflächen der Einzelkrystalle einander parallel sind, wie bei dem Zinnerz (Taf. 11, Fig. 8), Albit (Taf. 12, Fig. 4) und Aragonit (Taf. 15, Fig. 7), oder nicht, wie bei dem Rutil (Taf. 11, Fig. 4), weil sich im ersten Falle die Zwillingsbildung unzählige Male wiederholen kann und reihenförmige Verwachsungen, sogenannte Krystallstöcke liefert, im zweiten Falle aber kreis-

förmig in sich zurücklaufende, oft fächerförmige oder radförmige Gruppen (Gips, Taf. 15, Fig. 6) entstehen. Da bei den reihenförmig wiederholten Zwillingsverwachsungen (Albit, Aragonit) die Stellung der Einzelkrystalle abwechselnd einander gleich ist, so bieten die Zwillingsstöcke an den Seiten eine Wiederholung ein- und ausspringender Winkel dar. Werden dabei die Einzelkrystalle blattartig dünn, so werden die ein- und ausspringenden Kanten schließlich als feine, oft erst unter dem Mikroskop sichtbare Riefen wahrnehmbar sein, eine Erscheinung, welche man als Zwillingsstreifung oder Zwillingsriefung bezeichnet.

Sehr häufig sind jedoch die Krystalle ein und derselben Art ganz unregelmäßig miteinander verbunden, so daß eine Gesetzmäßigkeit nicht zu erkennen ist, wenn auch äußerlich Formen zustande kommen, die man im gewöhnlichen Leben als regelmäßig bezeichnet. Eine solche nicht gesetzmäßig gebildete Vereinigung von Krystallen heißt eine Krystallgruppe. Eine Krystallgruppe wird als eine freie Krystallgruppe bezeichnet, wenn sie sich gleich einem eingewachsenen Krystalle schwebend gebildet hat, wie die Gruppen von Schneekrystallen in der Luft, die Gruppen von Gipskrystallen im Thon; als halbfreie Krystallgruppe, wenn sie sich auf eine fremdartige Unterlage stützt, wie Gruppen von Kalkspat- und Weißbleierzkrystallen; als aufgewachsene Gruppe oder Druse, wenn sie in ihrer ganzen Ausdehnung einer Unterlage aufgewachsen ist (also aus vereinigten aufgewachsenen Krystallen besteht).

Die freien und halbfreien Krystallgruppen haben oft eine so bestimmte Form, daß sie eine nähere Bezeichnung zulassen. So kommen z. B. kugelige, einem zusammengezogenen Igel ähnliche Krystallgruppen am Gips, kugelige, nierenförmige und polsterförmige Krystallgruppen am Eisenkies vor. Tafelförmige Krystalle bilden zuweilen keilförmige oder fächerförmige Gruppen, wie beim Prehnit. Sind viele tafelartige Krystalle um einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt angeordnet, so stellen sie rosettenförmige Gruppen dar, wie beim Eisenglanz (Eisenrosen). Die säulenförmigen Krystalle setzen oft büschelförmige Gruppen, wie am Malachit, bündelförmige oder garbenförmige Gruppen, wie am Desmin, sternförmige Gruppen, wie am Gips, zusammen.

Die Drusen haben sich oft nur aus ihrer Unterlage heraus gebildet, und die Krystalle, aus welchen die Druse besteht, haben in diesem Falle gleichsam ihre Wurzeln in der Unterlage oder richtiger, die Unterlage ist in die Krystalle übergegangen. So sind Quarzdrusen oft aus

dichtem Quarz, Kalkspatdrusen aus stengeligem oder körnigem Kalk, Bleiglanzdrusen aus körnigem Bleiglanz herausgewachsen. Häufig aber haben sich die Drusen bloß auf ihrer Unterlage gebildet, und die Unterlage ist gewöhnlich eine fremdartige. Drusen von Eisenkies sitzen auf Quarz, Drusen von Gips auf einer Unterlage von Thon, Flußspatkrystalle auf Sandstein. Die Gestalt der Drusen richtet sich nach der Form der Unterlage; sie ist also ganz zufällig und gewöhnlich sehr unregelmäßig. Drusen, welche einen Hohlraum auskleiden, heißen Hohldrusen oder Geoden; sie finden sich häufig in den als Basalt und Melaphyr bezeichneten Gesteinen und bestehen aus Krystallen von Zeolithen, von Quarz, Kalkspat. Eine aus kleinen, aber ziemlich gleichgroßen und dicht neben einander stehenden Krystallen bestehende Druse bildet eine drusige Kruste oder einen drusigen Überzug, und wenn die Krystalle sehr klein sind, eine Drusenhaut. Sehr häufig sind größere Krystalle eines anderen Minerals mit einer drusigen Kruste oder Haut überzogen, welche die Form der umhüllten Krystalle noch mehr oder weniger deutlich erkennen läßt. Namentlich werden solche Überzüge häufig vom Quarz gebildet, der auf diese Weise die von ihm überzogenen Krystalle förmlich abgießt und abformt. Kann man den Überzug von den Krystallen abheben oder ist von Natur aus die krystallisierte Unterlage entfernt, so erscheinen auf der Unterseite des Überzugs die Hohlabdrücke der Krystalle. — Manche Drusen zeigen die Merkwürdigkeit, daß sich ihre Einzelkrystalle entweder insgesamt oder doch partieenweise in paralleler Stellung befinden oder strahlenförmig auseinander treten; in den meisten Drusen sind jedoch die Einzelkrystalle ganz regellos gegeneinander gestellt.

7. Formen der krystallinischen Mineralien.

Wie wir wissen, bilden sich Krystalle mit regelmäßigen Flächen nur unter günstigen Umständen aus. Sind diese ungünstig, bilden sich z. B. gleichzeitig viele Krystalle in beschränktem Raum dicht neben- und übereinander, so kommt oft an keinem einzigen eine Krystallfläche zur Ausbildung, und die unausgebildeten Krystalle verwachsen zu einem Ganzen, das als krystallinisches Haufwerk (krystallinisches Aggregat) bezeichnet wird. Zuweilen zeigt ein Mineral krystallinische Ausbildung, ohne daß ein äußeres Hindernis erkennbar ist. Da jedoch die Bildung der Krystalle nicht bloß Raum, sondern auch Ruhe beansprucht und einer gewissen Zeit bedarf, so werden Bewegungen der flüssigen Mineralmasse störend auf die Krystallisation eingewirkt oder es wird die dazu nötige Zeit gefehlt haben. Es giebt aber auch einzelne Mineralien, die selbst

unter günstigen Umständen keine Kristalle bilden, sondern nur kristallinisch auftreten, wie das Brauneisenerz. Nach den Erfahrungen bei künstlichen Kristallisationen ist in solchen Fällen oft eine fremde Beimischung in der Lösung das Hindernis der Ausbildung.

Die einzelnen unausgebildeten Kristalle, welche ein kristallinisches Haufwerk zusammensetzen, heißen *Zusammensetzungsstücke* desselben. Sie haben bei verschiedenen Mineralien und selbst bei ein und demselben verschiedene Gestalt und Größe, und daraus, sowie aus ihrer mehr oder weniger regelmäßigen Anordnung ergiebt sich das verschiedene *Gefüge* (die Textur) der kristallinischen Mineralien. Zeigen die Zusammensetzungsstücke ungefähr gleiche Breite, Länge und Dicke wie bei dem Marmor, so heißt das Gefüge *körnig*. Sind die Zusammensetzungsstücke länger und breiter als dick, stellen sie also dünne Tafeln oder Blätter dar wie bei dem Glimmer und Chlorit, so heißt das Gefüge *blätterig* oder (wenn die Blätter gekrümmt sind) *schalig*, und wenn die Blätter sehr klein und dünn sind, wie bei manchem Lithionglimmer, so heißt es *schuppig*. Schaliges Gefüge hat z. B. das gediegene Arsen, der Eisenglanz und der Achat. Sind die Zusammensetzungsstücke länger als breit und dick, wie bei dem Aragonit und Pyknit, so heißt das Gefüge *stängelig*, und wenn die Stängel sehr fein sind, wie bei manchem Gips und dem Asbest, *faserig*. Sind die Stängel oder Fasern so angeordnet, daß sie von einem Punkte ausgehen, wie z. B. bei dem Strahlkies, so heißt das Gefüge strahlig-stängelig oder strahlig-faserig. Werden endlich die Zusammensetzungsstücke so klein, daß sie nur mit Hilfe des Mikroskops zu erkennen sind, und das Mineral dem bloßen Auge aus einem Gusse zu bestehen scheint, so heißt das Gefüge *dicht*. — Manche Mineralien zeigen ein doppeltes Gefüge, indem kleinere Zusammensetzungsstücke zu größeren vereinigt sind, die in anderer Weise ein Haufwerk bilden. So ist der Achat dicht und schalig, indem mikroskopisch kleine Körnchen dünne gekrümmte Schichten oder Schalen bilden, die in vielfacher Wiederholung übereinander liegen. Das Roteisenerz ist gewöhnlich faserig und schalig, indem es aus übereinander liegenden konzentrischen Schalen zusammengesetzt ist, die aus strahlig angeordneten Fasern bestehen. Eine ähnliche Zusammensetzung zeigt der Erbsenstein.

Die äußeren Formen der kristallinischen Mineralien, die oft mit Natur- und Kunstgegenständen Ähnlichkeit haben und daher *nachahmende Gestalten* genannt worden sind, sind sehr verschieden. Besonders häufig beobachtet man rundliche Bildungen, die zuweilen fast regelmäßig *kugelig* zu sein scheinen, wie bei dem Erbsenstein, oder

halbkugelige, polsterförmige, nierenförmige oder traubige Gestalt haben. *Halbkugelige* oder *polsterförmige* Bildungen kommen z. B. am Natrolith vor. *Nierenförmig* heißen rundliche Gebilde, wenn sie aus größeren Kugeln, *traubenförmig*, wenn sie aus kleineren Kugeln verwachsen zu sein scheinen. Beiderlei Formen nimmt man am Chalcedon, am Rot- und Brauneisenerz (am roten und braunen Glaskopf) und am Malachit wahr. Wenn man derartige Bildungen zerbricht, so erhält man an der Grenze der einzelnen Kugeln oft ebene Zusammensetzungsflächen, die, weil sie zugleich glänzend und glatt sind, auf den ersten Blick den Eindruck von Kryſtallflächen machen. Daß diese Flächen aber keine wirklichen Kryſtallflächen sind, geht daraus hervor, daß sie unregelmäßig gegeneinander liegen und die zwischen ihnen liegenden keilförmigen Stücke je ein strahlig-faseriges Haufwerk bilden. Andere Formen der kryſtallinischen Mineralien sind die *walzenförmigen*, *keulenförmigen* und *röhrenförmigen* Gestalten, wie sie der Kalkspat öfter bildet. Durch innige Verwachsung winziger, oft sehr in die Länge gezogener Kryſtällchen entstehen die *zähnigen*, die *draht-* und *haarförmigen*, gewöhnlich mehr oder weniger gekrümmten und gekräuselten Gestalten, wie sie am Kupfer, Gold und Silber gesehen werden, die *dendritischen* Bildungen mit ihren baum-, strauch- und farnblattähnlichen Umrissen, wie sie das Kupfer so schön zeigt, die *blech-* und *blattförmigen* Formen, wie sie am Silber und Gold vorkommen, die *gestrickten* (netzartigen) Gestalten, wie sie am Silberglanz, Silber, Gold, Wismut, Speiskobalt beobachtet werden. Als höchst mannigfaltig erweisen sich auch die *tropfsteinartigen* (stalaktitischen) Bildungen, bei welchen das beständige Nachfolgen neuer Tropfen und Lösungsmengen seltener die Bildung deutlicher Kryſtalle, dagegen häufig die Entstehung von Zapfen und Cylindern, von Kolben und auch von Röhren begünstigt. Der Umstand, daß solche Bildungen mit traubigen und nierenförmigen Gestalten oft in Verbindung stehen, spricht für deren ähnliche Bildung. Anstatt einfacher Cylinder bilden sich auch oft *ästige*, *korallenförmige* und *geweihartige* Formen, wie wir sie an der sogenannten Eisenblüte wahrnehmen. Endlich sind auch noch die *Krusten*, *Schalen* und *Überzüge* kryſtallinischer Mineralien zu erwähnen. Haben sich dieselben auf früher gebildeten Kryſtallen abgesetzt, so zeigen sie nach Entfernung der letzteren deren Abdrücke, wie die drusigen Überzüge.

Treten kryſtallinische Mineralien unregelmäßig begrenzt in anderen Mineralmassen auf, so nennt man sie *eingesprengt*, wenn sie nicht die Größe einer Haselnuß erreichen, *derb*, wenn sie größer sind.

Während die Zusammensetzungsstücke der meisten krystallinischen Mineralien sehr fest miteinander verwachsen sind, sind sie bei einigen locker und lose verbunden, so daß sie sich durch den Druck der Hand (Körner des Kokkolith) oder zwischen den Fingern voneinander trennen lassen (Kaolin, Kreide).

8. Formen der amorphen Mineralien.

Die amorphen Mineralien zeigen, obwohl ihnen an sich keine bestimmte Gestalt zukommt, zuweilen ähnliche Formen, wie die krystallinischen. Man findet kugelige, halbkugelige, polsterförmige, cylindrische, zapfenförmige, knollige Gestalten, krustenartige, oft wellige Überzüge und auch Vereinigungen verschiedener solcher Formen. Die freie Oberfläche erscheint öfter schön traubig, wie beim Glasopal (Hyalith) und Pfilomelan; beim Zerbrechen zeigt sich manchmal (als Folge wiederholten Absatzes) eine deutliche Schichten- oder Lagenbildung (Opal, Kupfergrün), dagegen keine Spur eines körnigen, faserigen oder anderen Gefüges. Demzufolge sind die amorphen Mineralien an ihren Bruchflächen meist leicht von den dichten Mineralien zu unterscheiden. Während nämlich letztere ein verschwindend feines Gefüge besitzen, das sich durch die mehr oder weniger matte Bruchfläche verrät, haben die amorphen Mineralien gekrümmte glänzende Bruchflächen, wie wir sie am Glas und Harz wahrnehmen. Die im beschränkten Raume gebildeten amorphen Mineralien nehmen auch die Form von Platten und von Adern an, bilden kugelige und knollige Ausfüllungen, erscheinen derb und eingesprengt. — Die glasartigen amorphen Mineralien haben häufig die Neigung, in den krystallinischen Zustand überzugehen, wie dies z. B. beim Zucker der Fall ist, der sich durch bloßes Liegen allmählich zu krystallinischem Zucker umbildet. Die Bonbons zeigen oft den Übergang, indem ihre Rinde aus krystallinischem, und zwar faserigem, das Innere aber aus amorphem Zucker besteht. Auch die geschmolzene arsenige Säure liefert beim raschen Erkalten ein Glas, das nach einiger Zeit weiß und undurchsichtig wird und ein porzellanartiges Aussehen erhält, folglich aus einer krystallinischen Masse besteht. Ebenso wird das gewöhnliche Flaschenglas durch anhaltendes Erhitzen in einen porzellanartigen Körper verwandelt oder entglast und ist nun krystallinisch. Die in der Natur vorkommenden Gläser, der Obsidian, Bimsstein, Perlstein, zeigen häufig solche Trübungen und krystallinische Bildungen, und man schließt daraus auf eine im Laufe der Zeit eingetretene Entglasung jener Mineralien, zumal bei denselben auch unter dem Mikroskope jene krystallinische Beschaffenheit wahrgenommen

wird, welche bei den künstlichen Entglasungen auftritt. — Auf manchen Mineralien (Kalkstein, Chalcedon, Opal, Feuerstein) und Gesteinen (besonders Thonglimmerschiefer) finden sich nicht selten feine und zum Teil äußerst zierliche, baum-, strauch- oder moosförmige, braune oder schwarze Zeichnungen, welche als Dendriten bezeichnet und von Unkundigen vielfach für Pflanzenabdrücke gehalten werden. Es sind dies Anflüge von Eisen- und Manganerzen, welche sich in engen Spalten aus eindringendem Wasser abgeschieden und auf den Wänden der Spalten infolge der Haarröhrchenkraft (Kapillarität) ausgebreitet haben. Hierher gehören wohl auch die pflanzenähnlichen Einschlüsse in den sogenannten Moosachaten, welche sich nach allen Richtungen hin ausbreiten, und wenn sie grün erscheinen, von Grünerde und Chlorit gebildet zu sein scheinen. Die dendritischen Bildungen kristallinischer Natur haben schon in dem vorigen Abschnitt Erwähnung gefunden (S. 82).

9. Afterkristalle oder Pseudomorphosen.

Es ist eine der merkwürdigsten Erscheinungen im Mineralreich, daß manche Mineralien in Kristallformen auftreten, die ihnen nicht zukommen, weil sie entweder überhaupt nicht kristallisieren oder weil die ihnen eigentümliche Kristallform eine wesentlich andere ist. So erscheint das Brauneisenerz, das niemals in ausgebildeten Kristallen vorkommt, zuweilen in Rhomboëdern, welche dem Eisenspat angehören, der Serpentin tritt in der Kristallform des Olivin auf, der Quarz, der in hexagonalen Prismen kristallisiert, in der Form von Flußspatwürfeln. Solche Kristalle, bei welchen also die Masse der Form widerspricht, heißen Afterkristalle oder Pseudomorphosen. Sie verdanken ihre Entstehung nicht der eigenen freiwilligen Kristallisation ihrer Masse, sondern einem fremden Stoffe, dessen Dasein stets der Ausbildung des Afterkristalls vorangehen mußte. „Die Kristallform eines Afterkristalls, welche dem sie aufweisenden Mineral nicht zukommt, ist nur das rückständige Monument des ursprünglichen und oft spurlos verschwundenen Kristalls, um welchen, in welchem, oder aus welchem die Pseudomorphose entstanden ist“ (Naumann). Die Afterkristalle unterscheiden sich von den echten Kristallen meistens durch matte und rauhe Flächen und mehr oder weniger stumpfe Kanten und Ecken, auch durch erdiges, faseriges und strahliges Gefüge und dadurch, daß sie zuweilen ganz oder teilweise hohl sind.

Je nach dem besonderen Vorgange bei der Bildung der Afterkristalle unterscheidet man Ausfüllungs-Afterkristalle, Um-

wandelungs-Afterkrystalle und Verdrängungs-Afterkrystalle.

Wenn der hohle Abdruck eines Krystalls durch irgendein Mineral ausgefüllt wird, so bildet sich ein Abguß des Krystalls, welcher die Gestalt des Krystalls nachahmt. Solche Bildungen, die übrigens ziemlich selten vorkommen, werden Ausfüllungs-Afterkrystalle genannt. Hierher gehören die Abgußformen aus Thon, welche die Würfelformen des Steinsalzes erkennen lassen. Sie sind offenbar dadurch entstanden, daß im Thon gebildete Steinsalzkrystalle später aufgelöst, ihre Hohlräume aber allmählich durch feinen Thonschlamm ausgefüllt werden. Auch die Afterkrystalle des Quarzes, welche in Form von Flußspatwürfeln, die mit Roteisenerz überzogen sind, auftreten, gehören hierher. In diesem Falle wurde der Krystallraum der Flußspatwürfel nach Auflösung und Fortführung der Flußspatmasse durch die Roteisenerzrinde seiner Gestalt nach erhalten, bis die Quarzmasse denselben allmählich ausfüllte.

Wenn ein Krystall im Laufe der Zeit (durch Verlust oder Aufnahme oder teilweisen Umtausch seiner Bestandteile) eine chemische Veränderung seiner Masse erleidet, ohne seine äußere Gestalt zu verlieren, so entsteht ein Umwandelungs-Afterkrystall. So gehen nicht selten Würfel von Eisenkies durch Aufnahme von Sauerstoff und Wasser und Abgabe von Schwefel in Brauneisenerz, Oktaëder von Rotkupfererz (welche bisweilen ihrerseits schon hierher gehörige Afterkrystalle nach gediegenem Kupfer sind) durch Aufnahme von Wasser und Kohlensäure im Malachit, Gipskrystalle durch Abgabe von Wasser in Anhydrit, Anhydritkrystalle durch Aufnahme von Wasser in Gipskrystalle über.

Wenn die ursprüngliche Masse eines Krystalls aufgelöst und entfernt wird, und statt derselben eine ganz andere Mineralmasse die Form des Krystalls annimmt, jene also durch Austausch vollständig verdrängt wird, so entsteht ein Verdrängungs-Afterkrystall. Solche Afterkrystalle bildet z. B. der Quarz nach Flußspat und nach Kalkspat, das Brauneisenerz nach Quarz und Kalkspat, der Gips nach Steinsalz, der Eisenkies nach Quarz, das Zinnerz nach Feldspat.

Da die Umwandelung oder Verdrängung der Krystallmasse gewöhnlich an der Oberfläche der Krystalle beginnt, so findet man nicht selten im Innern eines solchen Afterkrystalls noch einen unveränderten Kern der ursprünglichen Masse, aus deren Zersetzung der Afterkrystall hervorgegangen ist, wie z. B. in den Brauneisenerz-Würfeln einen Kern von Eisenkies. Diese teilweise Umwandelung ist besonders deswegen wichtig, weil durch sie die Natur des veränderten Minerals mit größerer Sicher-

heit festgestellt werden kann, als es durch die alleinige Deutung der äußeren Form des Krystalls geschehen kann.

Bisweilen beginnt aber auch die Umwandelung im Innern des Krystalls, wie bei manchen Feldspatkrystallen, die in ihren äußeren Schichten noch kaum angegriffen, im Innern aber in eine erdige Masse, wahrscheinlich in Kaolin, umgewandelt sind. Dieser sonderbare Anfang wird dadurch erklärt, daß im Innern der ursprünglichen Krystalle viele Lücken mit dampfförmigen oder flüssigen Einschlüssen vorhanden waren, so daß der zersetzenden Flüssigkeit, welche durch feine Sprünge in das Innere drang, dort eine größere Oberfläche geboten war, also der Angriff daselbst rascher erfolgen konnte als an der Oberfläche.

Da nicht nur Krystalle, sondern auch krystallinische Massen der Umwandelung unterliegen, so kommt es nicht selten vor, daß die durch Umwandelung entstandenen Mineralien zwar keine Krystallform zeigen, aber durch ihr Gefüge den Ursprung verraten. Das Roteisenerz, welches in der als roter Glaskopf bekannten Ausbildung eine traubige oder nierenförmige Oberfläche und strahlig-faseriges und zugleich schaliges Gefüge zeigt, geht aus dem Brauneisenerz (dem braunen Glaskopf) hervor, wobei Oberfläche und Gefüge erhalten bleiben. Blätterige Massen von Aragonit (welche noch die Spaltungsflächen vom Gips erkennen lassen) sind als Afterkrystallbildungen von Aragonit nach Gips bezeichnet worden. Ja, es ist sogar der Gedanke ausgesprochen worden, daß es Afterkrystalle gebe, die von Mineralarten herrühren, die gegenwärtig nicht mehr vorhanden, gleichsam ausgestorben sind. So wenig die Möglichkeit bezweifelt werden kann, so ist es doch bisher noch nicht gelungen, hierfür einen beweisenden Fall anzuführen.

Während man früher mit den Afterkrystallen nichts oder sehr wenig anzufangen wußte, haben dieselben in neuerer Zeit große Wichtigkeit erlangt, weil sie vielfach Aufschlüsse über die Entstehung der Mineralien im allgemeinen, wie auch über die Zeitfolge bei der Umwandelung derselben ineinander geben und uns den Beweis liefern, daß in der Erdrinde fortwährend Umänderungen und Umsetzungen stattfinden. „Früher in den alten Mineraliensammlungen", heißt es in den Elementen der Mineralogie von Naumann-Zirkel, „nur als ein zufälliges schließliches Anhängsel in ein Armsünderschränkchen verbannt, als ein verwahrlostes Häuflein seltsamer und sinnloser Mißgeburten mit viel Verwunderung und wenig Nutzen betrachtet, bilden die Umwandelungs-Pseudomorphen schon seit geraumer Zeit den Gegenstand großen wissenschaftlichen Interesses und eines eifrigen Studiums, welches auch die Geologie zu so

bedeutsamen Resultaten geführt hat, daß der Einfluß jener unscheinbaren Gebilde auf ganze große Kapitel dieser Wissenschaft unverkennbar ist. Denn sie vermitteln uns die Erkenntnis und Spezialisierung der gesetzmäßig verlaufenden chemischen Prozesse, welche in dem großen Laboratorium der äußeren Erdkruste thätig sind."

10. Versteinerungen oder Petrefakten.

Wie viele Mineralien eine Kryſtallform zeigen, die ihnen nach ihrer chemischen Zusammensetzung nicht zukommt, sondern anderen Mineralien angehört, so erscheinen auch viele Mineralien und Mineralgemenge zuweilen in Formen, die von Pflanzen und Tieren, also von organischen Wesen herrühren. So tritt z. B. zuweilen der Quarz in der Form von Holz, der Kalkspat in der Form von Muschelschalen und Schneckengehäusen, der Eisenkies in der Form von beiden auf. Solche Mineralien, die also gleich den Afterkryſtallen in erborgten Formen auftreten und zum Teil auch nach Art der Afterkryſtalle entstanden sind, heißen im allgemeinen *Versteinerungen* oder *Petrefakten*.

Die Versteinerungen werden als *Überrindungen*, als *Abdrücke* und *eigentliche Versteinerungen* unterschieden.

Die *Überrindungen* (Inkrustationen) sind Überzüge organischer Formen mit Mineralmasse, meist Überzüge von Kalktuff und Kieselsinter, die in kalk- und kieselhaltigen Gewässern dadurch zustande kommen, daß diese Muschelschalen, Schneckengehäuse, Moose, Schilfstengel und oft selbst ganz zarte Pflanzenteile so überrinden, daß man ein Bild der ganzen Pflanze erhält. Bei dem Karlsbader Sprudel, in welchem Roggenähren, Zweige, Blumensträuße, Haselnüsse in kurzer Zeit von dem sogenannten Sprudelstein (Aragonit) überzogen werden, wird die Überrindung künstlich nachgeahmt.

Weit häufiger als die Überrindungen sind die *Abdrücke*, die sich besonders im Kalkstein, Dolomit, Sandstein u. s. w. finden. Sie sind teils äußere, teils innere. Die äußeren Abdrücke entstehen durch Umhüllung und Abformung von Pflanzen und Tieren, deren Masse später in gelöster Form weggeführt wurde. Die inneren Abdrücke entstehen durch Ausfüllung hohler Räume organischer Formen mit eingedrungener Mineralmasse, wie die Abgüsse des Innenraumes von Muscheln, Schnecken und Seeigeln beweisen. Die Gestalt solcher Abgüsse, welche gewöhnlich *Steinkerne* genannt werden, giebt ein Bild von der inneren Form der organischen Körper.

Die *eigentlichen Versteinerungen* entstehen durch Verän-

derung der Masse, aus welcher die Pflanzen und Tiere bestehen. Bei den Schalen, Gehäusen und kalkigen Gerüsten der niederen Tiere, welche den größten Teil der Versteinerungen liefern, ist die Veränderung eine verhältnismäßig geringe, indem die Versteinerung wieder aus Kalkspat, seltener aus Aragonit besteht. Pflanzen und Tierkörper geben oft flachgedrückte Überreste, welche, wie die Abdrücke von Blättern, Fischen, meist nur aus einer dünnen Schicht von Kohle bestehen. Die Anhäufung größerer Mengen von Pflanzenresten giebt schließlich die Braun- und Steinkohlen.

Bei vielen Versteinerungen ist nicht nur die äußere Form, sondern auch das ursprüngliche Gefüge der Pflanzen und Tiere bis in die feinsten Einzelheiten erhalten. So ist bei dem versteinerten Holz das ursprüngliche Gefüge oft so deutlich erkennbar, daß ein Dünnschliff unter dem Mikroskop denselben Anblick gewährt, wie ein wohlgeratener Schnitt aus dem frischen Holze, und doch ist alles vollständig durch Quarz ersetzt und von der Holzmasse nichts mehr vorhanden. Sehr merkwürdig ist auch die Anordnung der Kalkspatteilchen in jenen Versteinerungen, die von Seeigeln, Seesternen und Seelilien herrühren. Jeder Stachel des Seeigels, jedes Stielglied der Seelilie, jede Platte ihres Kelches u. s. w. ist ein Kalkspat-Einzelwesen, dessen Hauptachse mit der Längsachse des Stachels oder des Stielgliedes oder der Platte zusammenfällt, derselben parallel ist, oder doch eine bestimmte Stellung zu derselben einnimmt.

Das Material der Versteinerungen (das Versteinerungsmittel) bildet in den weitaus meisten Fällen der Kalkspat; neben demselben kommt auch der Aragonit vor, und nächstdem ist der Quarz (gemeiner Quarz, Hornstein, Chalcedon, Feuerstein) zu nennen. Der Opal ist meist nur Versteinerungsmittel des Holzes. Seltener kommen Gips, Schwerspat, Cölestin, Flußspat als Versteinerungsmittel vor. Unter den Erzen tritt der Eisenkies nebst dem Brauneisenerz als seinem Umwandelungsprodukt am häufigsten in der Form von Versteinerungen auf, und man spricht dann von Vererzung. Hin und wieder haben auch Eisenspat, Zinkspat, Roteisenerz, Bleiglanz zur Erhaltung organischer Formen gedient.

Die bisher betrachteten Formen der Mineralien sind alle bei der Bildung des betreffenden Minerals entstanden, sie sind somit ursprüngliche Formen. Viele Mineralien haben aber auch durch mancherlei Einwirkung von außen her ihre ursprüngliche Form verloren und andere Formen erhalten, die man im Gegensatz zu den ursprünglichen zu-

fällige nennt. Zu diesen zufälligen Gestalten gehören alle durch Zertrümmerung von Mineralmassen und durch Fortführung ihrer Bruchstücke in den Gewässern gebildeten Formen, welche nach Maßgabe ihrer Größe und Gestalt durch verschiedene Ausdrücke, als scharfkantige und stumpfkantige Stücke, als Geschiebe und Gerölle, als eckige, platte und rundliche Körner, als Sand und Staub bezeichnet werden. Auch gehören hierher die durch Auswaschung und Auflösung entstandenen Formen, wie die seltsam ausgenagten Formen des Kalksteins, da, wo er dem Wellenschlage der Brandung ausgesetzt ist, die Formen, welche Gips und Steinsalz durch die auflösende Kraft des Wassers erhalten und mancherlei andere Erscheinungen.

II. Physikalische Eigenschaften.

Die physikalischen Eigenschaften beziehen sich auf die Masse der Mineralien und können entweder unmittelbar an denselben wahrgenommen werden, oder treten doch bei einer bloß äußerlichen (mechanischen) Veränderung der Mineralien hervor. Zu ihnen rechnet man die Spaltbarkeit und den Bruch, die Härte und Haltbarkeit, das spezifische Gewicht, die Farbe und den Strich, den Glanz und die Durchsichtigkeit, die Strahlenbrechung und Polarisation, das Verhalten gegen die Wärme, die magnetischen und elektrischen Eigenschaften und gewöhnlich auch das Verhalten gegen den Geruch, den Geschmack und das Gefühl. Alle diese Eigenschaften bieten schätzenswerte Merkmale zur Erkennung und Unterscheidung der Mineralien dar, Merkmale, die namentlich in allen den Fällen gute Dienste leisten, in welchen es sich um die Bestimmung krystallinischer oder amorpher Mineralien handelt.

1. Spaltbarkeit und Bruch.

Wie wir wissen, beruht das innere Wesen der krystallinischen Mineralien auf einer bestimmten Anordnung ihrer feinsten Massenteilchen. Damit ist den Krystallen zugleich die Eigenschaft gegeben, daß ihre Masse in bestimmten, von der Krystallform abhängigen Richtungen weniger Zusammenhalt besitzt als in anderen. Dieser geringere Zusammenhalt zeigt sich nun darin, daß sich viele Krystalle nach gewissen Richtungen in ebenflächige Stücke zerschlagen oder spalten lassen, ungefähr so, wie das Holz nach der Richtung seiner Fasern, nicht aber quer oder schief gegen dieselben. So läßt sich z. B. ein Steinsalzwürfel sehr leicht in ebenflächige Stücke spalten, wenn man eine Messerklinge (oder

einen Meißel) parallel zu einer Fläche auf den Würfel aufsetzt und einen leichten Schlag auf die Klinge ausführt. Durch einige weitere Versuche werden wir uns leicht davon überzeugen, daß die Spaltung jeder Würfelfläche entlang gleich gut gelingt, und daß die neu erzeugten Flächen bezüglich ihres Glanzes, ihrer Glätte und Ebenheit vollkommen miteinander übereinstimmen; wie die ursprünglichen Flächen des Krystalls sind sie auch genau rechtwinkelig gegeneinander gerichtet, gleich den Wänden eines wohlgebauten Hauses. Diese Eigenschaft der Krystalle, sich nach gewissen Richtungen hin in ebenflächige Stücke teilen zu lassen, nennt man *Spaltbarkeit*, die ebenflächigen Stücke heißen *Spaltungsstücke*, die sich bei der Spaltung ergebenden ebenen Flächen *Spaltungsflächen* und die Richtungen, in welchen die Spaltung erfolgt, *Spaltungsrichtungen* oder auch *Blätterdurchgänge*, da sie eine Teilung der Krystalle in die dünnsten Tafeln oder Blätter gestatten. Bei vielen Mineralien geben sich die Spaltungsrichtungen auch schon äußerlich durch parallele, meistens mit anderen Parallelen sich schneidende Linien, und, im Falle von Durchsichtigkeit, als das Innere durchsetzende Ebenen zu erkennen. Während sich manche Mineralien sehr leicht und oft schon durch einen einzigen unregelmäßigen Schlag in ebenflächige Stücke zerlegen lassen, wie z. B. der Kalkspat, lassen sich andere nur mit Hilfe eines Messers oder eines scharfen Meißels spalten und auch nur dann, wenn man ihre Spaltungsrichtung gerade trifft; noch andere zeigen Spaltungsflächen überhaupt nur mehr zufällig, aber kaum, wenn man sie mit Absicht darzustellen sucht. Je leichter sich ein Mineral spalten läßt, desto regelmäßiger, ebener und glatter sind die erhaltenen Spaltungsflächen, je schwieriger dies ist, desto unvollkommener, unterbrochener und rauher sind dieselben. Je nach der Leichtigkeit oder Schwierigkeit der Spaltung und der Beschaffenheit der Spaltungsflächen unterscheidet man mehrere Grade der Spaltbarkeit. Die Spaltbarkeit ist *sehr vollkommen* bei dem Glimmer, Gips, Kalkspat, Schwerspat, *vollkommen* bei dem Steinsalz und Flußspat, *unvollkommen* bei dem Granat und Vesuvian, *sehr unvollkommen* (wenn nur einzelne, kaum bemerkbare Spuren der Spaltbarkeit vorhanden sind) bei dem Turmalin, Quarz, Magneteisenerz.

Ganz genau so wie das Steinsalz, läßt sich Bleiglanz spalten, nämlich ebenfalls nach drei aufeinander rechtwinkeligen, den Flächen des Würfels entsprechenden Flächen, und wir können bei einiger Sorgfalt jeden Bleiglanzkrystall ebenso wie jeden Steinsalzkrystall in ebenso viele Hexaëderchen zerteilen, als es uns beliebt, und die Feinheit unserer

Werkzeuge gestattet. Anders dagegen gestaltet sich die Sache bei dem Flußspat. Seine Spaltbarkeit ist zwar ebenso vollkommen als die des Steinsalzes, aber die Spaltungsflächen sind nicht den Würfelflächen parallel, sondern den Flächen eines Oktaëders; denn wenn man einen scharfen Meißel auf eine Würfelfläche eines hinreichend großen Flußspatkrystalls setzt und dann einen Schlag auf den Meißel führt, so wird eine Ecke des Würfels abspringen, und wenn man diesen Versuch ringsum wiederholt, wird man bei einiger Sorgfalt ein Oktaëder als Spaltungsstück (Spaltungsform) erhalten. Ebenso wie der Flußspat spaltet der Diamant, und die Diamantschleifer benutzen diese Eigenschaft an dem härtesten aller Mineralien, indem sie alles das, was sie beim Schleifen doch entfernen müßten, soweit dies möglich ist, von den Krystallen abspalten. Auf geradezu überraschende Weise aber spaltet der Kalkspat. Mögen seine Krystalle stumpfe oder spitze Rhomboëder, stumpfe oder spitze Skalenoëder, hexagonale Prismen oder Tafeln oder irgendwelche zahlreiche zusammengesetzte Gestalten darstellen, immer werden ihre Spaltungsflächen den Flächen eines Rhomboëders parallel sein, dessen Endkantenwinkel 105° betragen, und dessen Hauptachse parallel der Hauptachse des Krystalls ist, und immer werden die Spaltungsstücke der Kalkspatkrystalle diesem Rhomboëder mehr oder weniger gleichen. Merkwürdig ist auch die Spaltbarkeit der Schwerspat- und Gipsspatkrystalle. Erstere sind nach drei verschiedenen Richtungen in drei verschiedenen Graden spaltbar, nämlich vollkommen spaltbar parallel der Längsfläche, etwas weniger vollkommen parallel den Flächen des Querdoma und am unvollkommensten parallel der Querfläche und Endfläche. Ähnliche Spaltbarkeit zeigen die Gipsspatkrystalle; sie lassen sich mit großer Leichtigkeit parallel der Längsfläche in ganz dünne Blätter spalten; weniger vollkommen erscheint die Spaltbarkeit parallel den Flächen der positiven Halbpyramide, und dann erscheinen die Spaltungsflächen gestreift; am unvollkommensten zeigt sich die Spaltbarkeit parallel der Querfläche. Der Orthoklas-Feldspat besitzt parallel der Endfläche und der Längsfläche, also nach zwei aufeinander rechtwinkeligen Richtungen fast gleich vollkommene Spaltbarkeit, eine Eigenschaft, welche dem Mineral den Namen verschafft hat (orthós = rechtwinkelig, klao = ich spalte, zerbreche); nach den Prismenflächen dagegen ist die Spaltbarkeit nur unvollkommen. Aus den angeführten Beispielen ersehen wir, daß die Spaltungsflächen stets den Krystallflächen parallel sind, und zwar entweder, wie bei dem Steinsalz und Bleiglanz, solchen Flächen, die auch äußerlich aus Krystall ausgebildet sind, oder die doch, wie bei Flußspat und Kalkspat, an den Krystallen des be-

treffenden Minerals vorkommen können. Aus jenen Beispielen geht ferner hervor, daß gleichen Krystallflächen gleiche Spaltungsflächen parallel laufen, und zwar von derselben Vollkommenheit; daß ferner alle Krystalle desselben Minerals gleiche Spaltbarkeit besitzen, und daß man, wenn ein Krystall nach mehr als zwei Richtungen spaltbar ist (Steinsalz, Flußspat, Kalkspat), aus ihm durch Spalten ringsum ebenflächig begrenzte Spaltungsformen erhalten kann, welche die Gestalt derjenigen einfachen Krystallform haben, deren Flächen den Spaltungsflächen parallel sind, und die sich durch nichts als durch den Mangel der Ursprünglichkeit von den Krystallformen unterscheiden.

Aber nicht nur die Krystalle eines Minerals haben gleiche Spaltbarkeit, auch die Zusammensetzungsstücke der krystallinischen Haufwerke desselben besitzen sie in gleicher Weise, wie unvollkommen und wie verschieden auch ihre äußere Form sonst sein mag. Nicht nur die ausgebildeten Kalkspatkrystalle, sondern auch die Zusammensetzungsstücke des körnigen, stängeligen und schaligen Kalkspats geben beim Spalten dasselbe Rhomboëder von 105° Endkantenwinkel, und selbst in vielen Versteinerungen läßt sich dieselbe Spaltbarkeit erkennen. Was aber vom Kalkspat gilt, gilt auch von allen übrigen Mineralien von wenigstens krystallinischer Ausbildung, und so erscheint die Spaltbarkeit als ein vorzügliches Merkmal, das in vielen Fällen die Feststellung des Krystallsystems bei Mineralien ermöglicht, die nur in krystallinischen Stücken vorliegen.

Die nachfolgende Zusammenstellung der vollkommener spaltenden Mineralien wird eine Übersicht über die angeführten Beispiele gewähren.

Sehr vollkommene oder vollkommene Spaltbarkeit besitzen

1) im regulären Systeme: Steinsalz und Bleiglanz nach $\infty O \infty$, Flußspat nach O, Zinkblende nach ∞O;
2) im tetragonalen Systeme: Rutil nach ∞P, Apophyllit nach $0P$;
3) im hexagonalen Systeme: Kalkspat, Braunspat und Eisenspat nach R;
4) im rhombischen Systeme: Schwerspat nach $\infty \breve{P}$, etwas weniger vollkommen nach $\breve{P}\infty$, Topas nach $0P$, Antimonglanz nach $\infty \breve{P} \infty$;
5) im monoklinischen Systeme: Gips nach $\infty P \infty$, Orthoklas nach $\infty P \infty$ und $0P$, Kaliglimmer und Magnesiaglimmer nach $0P$;
6) im triklinischen Systeme: Albit, Oligoklas und Labradorit nach $0P$ und $\infty \breve{P} \infty$.

Wenn man einen Krystall nach einer Richtung zerschlägt, nach welcher er nicht spaltbar ist, oder wenn man ein krystallinisches oder amorphes Mineral zerschlägt, so entstehen unregelmäßige Flächen, welche bei ein und demselben Mineral auch immer ähnliche Beschaffenheit zeigen und Bruchflächen oder kurz Bruch genannt werden.

Je vollkommener die Spaltbarkeit bei einem Mineral ist, desto schwieriger ist es, Bruchflächen bei demselben hervorzubringen, zumal wenn die Spaltung, wie bei dem Steinsalz, Bleiglanz, Kalkspat, nach mehreren Richtungen erfolgt. Je unvollkommener dagegen die Spaltbarkeit ist, desto bestimmter tritt der Bruch hervor, indem die Spaltungsflächen an sehr vielen Stellen durch Bruchflächen unterbrochen werden und zuletzt nur noch an einzelnen Punkten sichtbar sind.

Betrachtet man die Form der Bruchflächen, so findet man, daß dieselben bei sehr vielen Mineralien ähnliche Erhöhungen und Vertiefungen zeigen wie eine Muschelschale; in diesem Falle heißt der Bruch muschelig, und Beispiele dazu liefern der Feuerstein, Obsidian und mancher Kalkstein. Der Bruch heißt uneben, wenn die Bruchflächen regellos Erhöhungen und Vertiefungen zeigen, wie bei dem Kalkstein und Eisenkies; eben, wenn die Bruchflächen ziemlich frei von Vertiefungen und Erhöhungen sind und sich in ihrer Ausdehnung einer Ebene nähern, wie bei dem Jaspis. Bezüglich der Beschaffenheit der Bruchflächen unterscheidet man den glatten Bruch, wenn die Bruchflächen frei von kleinen Rauheiten sind, wie bei vielen Mineralien mit muscheligem Bruch, den splitterigen Bruch, wenn an den Bruchflächen teilweise losgelöste Splitter hängen, die sich als hellere Stellen auf dunklem Hintergrunde bemerklich machen, wie bei dem Hornstein und Serpentin, den erdigen Bruch, wenn die Bruchflächen staubartige und gewöhnlich abreibbare Teilchen zeigen, wie bei der Kreide und dem Thon, den hakigen Bruch, wenn die Bruchflächen sehr kleine drahtähnliche, hakenförmig gekrümmte Spitzen haben, wie bei dem Kupfer und anderen dehnbaren Metallen.

2. Härte und Haltbarkeit.

Wenn man mit einem scharfkantigen Stück Feuerstein mit einigem Drucke an einer Glasscheibe hinfährt, so bleibt eine Spur auf dem Glase zurück, die man nicht mehr verwischen kann, ohne die Oberfläche selbst zu zerstören. Führt man dagegen denselben Versuch mit einem Stück Kreide aus, so bleibt entweder gar keine Spur auf dem Glase zurück, oder man kann das weiße Pulver, das sich von der Kreide abgelöst hat, leicht mit den Fingern wieder hinwegwischen. Man sagt daher, der Feuerstein ritzt

das Glas, die Kreide aber nicht. Kehrt man die Versuche um, so wird man zu einem ganz ähnlichen Ergebnis gelangen: das Glas ritzt die Kreide, aber nicht den Feuerstein. Da nun von zwei Körpern immer derjenige der härtere ist, welcher den andern ritzt, so ist das Glas härter als die Kreide, der Feuerstein härter als das Glas. Unter der Härte eines Minerals aber versteht man den Widerstand, den es dem Ritzen entgegensetzt. Ist der Griffelschiefer, mit dem wir schreiben, härter oder weniger hart als der Schiefer, aus dem die Schiefertafel besteht?

Man beurteilt die Härte eines Minerals am besten, wenn man dieselbe mit der bekannten, sich immer gleichbleibenden Härte eines andern Minerals vergleicht. Zu dieser Vergleichung hat man eine Reihe von zehn Mineralien aufgestellt, welche so aufeinander folgen, daß das vorangehende immer von dem folgenden geritzt wird, daß also die Härte mit jedem Gliede der Reihe steigt. Diese Reihe heißt die Härtereihe oder Härteskala (Stufenleiter), und die zehn Glieder derselben, welche zehn Härtegrade oder Härtestufen darstellen, sind folgende Mineralien:

1. Talk,
2. Steinsalz (Gips),
3. Kalkspat,
4. Flußspat,
5. Apatit,
6. Feldspat (Orthoklas),
7. Quarz,
8. Topas,
9. Korund,
10. Diamant.

Es ist dem Anfänger sehr zu empfehlen, sich eine solche Härtereihe anzulegen, d. h. die genannten Mineralien, soweit sie zu erlangen sind, in reinen Stücken mit frischem Bruch und frischen Spaltungsflächen zusammenzubringen, um sie immer zur Prüfung zur Hand zu haben. Um nun die Härte eines Minerals zu prüfen, versucht man mit einem scharfkantigen Stück desselben die Glieder der Härteskala zu ritzen, indem man von den härteren zu den weniger harten herabsteigt, um nicht die Probestücke der niederen Härtegrade unnötigerweise zu zerkratzen. Dadurch bestimmt man zunächst dasjenige Glied der Härteskala, dessen Härtegrad von dem zu prüfenden Mineral übertroffen wird. Wird z. B. der Kalkspat von dem betreffenden Mineral noch geritzt, so übertrifft das Mineral den Kalkspat an Härte. Darauf untersucht man, ob das zu prüfende Mineral von dem Mineral des nächst höheren Härtegrades, also dem Flußspat, geritzt wird oder nicht. Ist letzteres der Fall, so hat das Mineral genau die Härte des Flußspat, in ersterem Falle liegt seine Härte zwischen diesem und dem nächst niederen Härtegrade, also zwischen dem Flußspat und dem Kalkspat. Das Ergebnis einer solchen

Prüfung kann man durch Worte ausdrücken, indem man z. B. sagt, das Mineral hat Flußspathärte, oder es besitzt den vierten Härtegrad, oder es steht auf der vierten Härtestufe; der Kürze wegen bedient man sich zur Bezeichnung der Härte gewöhnlich der Ziffern, indem man in dem angeführten Falle schreibt H = 4. Fällt die Härte eines Minerals zwischen die des Flußspates und Kalkspates, so sagt man, das Mineral steht zwischen der dritten und vierten Härtestufe, und man schreibt H = 3,5. Daß die Unterschiede der Härte zwischen den einzelnen Stufen sehr ungleich sind, und die Ziffern 1—10 nur die Steigerung der Härte angeben, versteht sich von selbst.

In Ermangelung der Mineralien der Härteskala läßt sich die Härte auch annähernd durch Vergleichung mit der Härte anderer Körper, die überall zur Hand sind, bestimmen. So lassen sich die Mineralien von der Härte des Talkes noch mit einem Stift aus weichem Holze, die Mineralien von der Härte des Gipses noch mit dem Fingernagel ritzen. Der Kalkspat hat ungefähr die Härte einer Kupfermünze, der Flußspat die eines Nagels aus weichem Eisen, der Apatit die des gewöhnlichen Fensterglases. Der Feldspat wird nur von einer guten Stahlspitze oder einer Feile, der Quarz aber selbst von dieser nicht mehr geritzt. Die Mineralien von der Härte des Feldspates geben am Feuerstahle spärliche, die von der Härte des Quarzes oder noch härtere, reichliche Funken. Nur wenige Mineralien, wie die meisten Edelsteine, sind härter als der Quarz. Der Diamant wird von keinem andern Mineral geritzt, er ist also von allen das härteste.

Merkwürdig ist es, daß Krystalle und Spaltungsstücke ein und desselben Minerals auf krystallographisch verschiedenen Flächen verschiedene Härte zeigen. So wußten schon die älteren Mineralogen, daß der Disthen (Cyanit) sich auf der der vollkommensten Spaltbarkeit entsprechenden Fläche viel leichter ritzen läßt als auf den anderen Flächen, und zwar beträgt die Härte im ersten Falle 5, während sie anderseits bis 7 steigt. Ebenso war es bekannt, daß Gips und Glimmer auf den Flächen der vollkommensten Spaltbarkeit eine viel geringere Härte besitzen als auf den übrigen Flächen. Bei dem Kalkspat ist nicht nur die Härte auf den Flächen des hexagonalen Prisma größer als auf den Flächen des Hauptrhomboëders (Spaltungsrhomboëders), ein und dieselbe Krystallfläche zeigt auch verschiedene Härtegrade je nach der Richtung, in der man sie ritzt. Ritzt man nämlich ein Spaltungsstück längs der kurzen Diagonale (von einem stumpfen Winkel zum andern) von der Endecke aus, so bekommt man sehr wenig Pulver, von der Seitenecke aus da-

gegen sehr viel. Längs der großen Diagonale (von einem spitzen Winkel zum andern) findet man dagegen keinen Unterschied, ob man von rechts nach links oder von links nach rechts ritzt, weil beide Endpunkte Seitenecken und also krystallographisch gleich sind. Bei dem Flußspat sind die Oktaëderflächen weniger hart als die Würfelflächen; auf den Würfelflächen ist die geringste Härte in der Richtung der Diagonalen, die größte parallel den Kanten.

Merkwürdig sind auch die Versuche von Calvert und Johnson über die Härte der Metalle und Legierungen. Das Gußeisen fanden sie am härtesten; setzt man dessen Härte gleich 1000, so ist dieselbe

für Stahl	= 958,	für Zink	= 183,
„ Stabeisen	= 948,	„ Gold	= 167,
„ Platin	= 375,	„ Cadmium	= 108,
„ Kupfer	= 301,	„ Wismut	= 52,
„ Aluminium	= 271,	„ Zinn	= 27,
„ Silber	= 208,	„ Blei	= 16.

Die Legierungen von Kupfer und Zink, wie Messing und Tomback, sind alle härter als Kupfer, jene von Zinn und Zink alle weicher als Zink.

Eine Übersicht über die bekannteren Mineralien nach ihrer Härte gewährt die nachfolgende Zusammenstellung:

1. Talk, Chlorit (1—1,5), Graphit (0,5—1).
1,5. Blei, Gips (1,5—2).
2. Steinsalz, Antimonglanz, Schwefel, Eisenvitriol, Salpeter, Alaun (2—2,5), Meerschaum (2—2,5), Bernstein (2—2,5), Steinkohle (2—2,5), Zinnober (2—2,5), Silberglanz (2—2,5), Weichmanganerz (1,5—2,5).
2,5. Borax, Bleiglanz, Kupfervitriol, Wismut, Gold, Silber (2,5—3), Kupfer (2,5—3), Kupferglanz (2,5—3).
3. Kalkspat, Buntkupferkies, Antimon (3—3,5), Schwerspat (3—3,5), Weißbleierz (3—3,5).
3,5. Zinkblende, Kupferkies, Arsen, Serpentin (3—4), Fahlerz (3—4), Malachit (3,5—4), Kupferlasur (3,5—4), Rotkupfererz (3,5—4), Aragonit (3,5—4).
4. Flußspat, Talkspat (3—4,5), Eisenspat (3,5—4,5), Dolomit (3,5—4,5).
4,5. Eisen, Platin (4—5).
5. Apatit, Brauneisenerz, Bimsstein, Galmei, Zinkspat, Wolframerz (5—5,5), Fensterglas (5—5,5).

5,5. Lasurstein, Rotnickelkies, Speiskobalt, Chromeisenerz, Hartmanganerz (5,5—6), Arsenkies (5,5—6), Augit (5—6), Hornblende (5—6).
6. Feldspate, Türkis, Opal (5,5—6,5), Magneteisenerz (5,5—6,5), Eisenkies (6—6,5), Roteisenerz (5,5—6,5).
7. Quarz, Granat (6,5—7,5), Turmalin (7—7,5).
7,5. Smaragd, Zirkon, Beryll (7,5—8).
8. Topas, Spinell.
8,5. Chrysoberyll.
9. Korund (Smirgel).
10. Diamant.

Wie die Härte, die Spaltbarkeit und der Bruch, so ist auch die Haltbarkeit (Tenacität) eine Erscheinung des inneren Zusammenhaltes der Mineralien, der sich in dem Widerstande zu erkennen giebt, welchen sie jeder äußeren (mechanischen) Teilung oder der Trennung ihrer kleinsten Massenteilchen entgegensetzen. Während aber die Härte und auch die Spaltbarkeit und der Bruch den Grad oder die Stärke (Quantität) jenes Zusammenhalts betreffen, stellt die Haltbarkeit die Art und Weise oder die Beschaffenheit (Qualität) derselben dar.

Bei sehr vielen Mineralien, wie bei dem Flußspat, Feldspat, der Zinkblende, dem Feuerstein, Obsidian, setzt sich die durch eine Stahlspitze, Feile oder ein Messer bewirkte Trennung des Zusammenhalts von selbst nach verschiedenen Richtungen hin fort, so daß Risse und Sprünge entstehen und Splitter abspringen; solche Mineralien heißen spröde. Wenn sich dagegen die Unterbrechung des Zusammenhaltes nicht weit fortsetzt, und die abgetrennten Teilchen ruhig liegen bleiben und ein Pulver bilden, wie bei dem Speckstein, Graphit, Kupferglanz, so heißen die Mineralien milde, und wenn die Unterbrechung des Zusammenhalts nur so weit geht, als das trennende Werkzeug eindringt und dabei weder ein Pulver noch Splitter entstehen, wie bei dem Silberglanz, gediegenem Silber, Gold, Kupfer, so nennt man die Mineralien geschmeidig. Die geschmeidigen Mineralien sind meist auch dehnbar, d. h. sie lassen sich zu Blech schlagen und zu Draht ausziehen, wie Silber, Gold, Kupfer. Versucht man dünne Blätter oder Stängel eines Minerals zu zerbrechen, so gelingt das nicht immer, sondern die Blätter oder Stängel biegen sich und gehen entweder nach der Biegung wieder in ihre frühere Lage zurück, wie bei dem Glimmer und Asbest, oder sie verharren in der neuen Lage, wie Blättchen des Chlorit, Talk, Gips. Im ersten Falle heißt das Mineral elastisch, im zweiten biegsam.

Es ist merkwürdig, daß in der Natur zuweilen gebogene Krystalle von Gips und Chlorit vorkommen, und daß sich zuweilen sogar gebogene Krystalle von solchen Mineralien finden, die beim Biegen zerbrechen würden, wie z. B. die Säulchen von Epidot, die Blättchen vom Eisenglanz.

Die meisten Mineralien sind spröde, die wenigsten geschmeidig, nicht viele sind mild.

Die milden Mineralien zeigen häufig, infolge des lockeren Zusammenhanges ihrer Teile, die Eigenschaft des Abfärbens und Schreibens, wenn man mit ihnen auf anderen Körpern hinfährt, wie z. B. Graphit, Kreide, Speckstein. Endlich saugen auch einige milde Mineralien schnell und stark Feuchtigkeit ein, eine Eigenschaft, die sich durch Ankleben an der Zunge und an den feuchten Lippen zu erkennen giebt, und einige zerspringen (Bol) oder zerfallen im Wasser (Kaolin).

3. Eigengewicht oder spezifisches Gewicht.

Infolge der Schwere, d. h. des Bestrebens der Körper zu fallen, wenn sie nicht unterstützt werden, üben sie auf ihre Unterlage einen Druck aus; diesen Druck nennt man Gewicht. Das Gewicht eines Körpers ist um so größer, je mehr Massenteilchen der Körper besitzt. Wenn man angiebt, wie vielmal soviel ein Körper wiegt, als die Gewichtseinheit eines Landes — in Deutschland das Gramm (g) —, so giebt man das absolute Gewicht an. Bei dem absoluten Gewicht kommt es nicht auf die Größe des Raumes, den ein Körper einnimmt, an; ein Pfund (500 g) Kork hat genau dasselbe absolute Gewicht als ein Pfund Blei, obwohl ein Pfund Kork einen viel größeren Raum einnimmt als ein Pfund Blei. Anders ist es bei dem Eigengewicht; dasselbe setzt bei den Körpern gleichen Rauminhalt oder gleiches Volumen voraus; es ist das Gewicht eines Körpers, verglichen mit dem eines anderen von gleichem Rauminhalt oder gleichem Volumen. Sind zwei Körper von gleichem Volumen gleich schwer, so haben sie gleiches Eigengewicht; ist aber der eine doppelt so schwer als der andere, so ist sein Eigengewicht gleich 2, wie man sagt. Der Körper, mit dem man das Gewicht der festen und flüssigen Körper und also auch das Gewicht der Mineralien vergleicht, ist das Wasser; und man bestimmt das Eigengewicht eines Minerals, indem man untersucht, wie vielmal so schwer dasselbe ist, als ein gleicher Raumteil reines (destilliertes) Wasser (von 15° C). Ein Kubikcentimeter Steinsalz ist 2,2 mal so schwer als ein Kubikcentimeter Wasser, oder das Eigengewicht des Steinsalzes ist 2,2.

Am einfachsten ist das Eigengewicht der flüssigen Mineralien, z. B.

des Queckſilbers, zu beſtimmen. Man füllt zu dieſem Zwecke ein nach oben eng verlaufendes Fläſchchen, deſſen Gewicht man ein- für allemal beſtimmt hat, das eine Mal mit Waſſer, das andere Mal mit Queckſilber, wägt beide Male das volle Fläſchchen, und zieht von den beiden erhaltenen Gewichten das Gewicht des leeren Fläſchchens ab. Da man nun das Gewicht des Waſſers und das Gewicht des Queckſilbers von gleichem Rauminhalt (dem Rauminhalt des Fläſchchens) kennt, ſo braucht man bloß das Gewicht des Queckſilbers durch das des Waſſers zu dividieren, um das Eigengewicht des Queckſilbers zu erhalten.

Die Beſtimmung des Eigengewichts feſter Mineralien gründet ſich auf die ſehr alte Erfahrung, daß jeder Körper im Waſſer weniger wiegt als in der Luft, daß er alſo im Waſſer an Gewicht verliert, und zwar gerade ſo viel, als das von ihm verdrängte Waſſer wiegt. Der Gewichtsverluſt eines Körpers im Waſſer iſt alſo gleich dem Gewicht einer Maſſe Waſſer vom Rauminhalte jenes Körpers, und ſo vielmal das Gewicht eines Körpers an der Luft größer iſt als ſein Gewichtsverluſt im Waſſer, ebenſo vielmal iſt das Gewicht des Körpers größer als das Gewicht einer Waſſermaſſe vom Rauminhalte jenes Körpers. Will man daher das Eigengewicht eines Minerals beſtimmen, ſo wägt man dasſelbe erſt auf gewöhnliche Weiſe in der Luft und erhält ſo ſein abſolutes Gewicht; darauf befeſtigt man das Mineral mittels eines feinen Fadens oder Pferdehaars unter der Wagſchale und läßt es ins Waſſer tauchen. Dividiert man nun mit dem Gewichtsverluſt, den der Körper im Waſſer erleidet, das vorher gefundene abſolute Gewicht, ſo erhält man das Eigengewicht des Minerals. Wiegt z. B. ein Stück Kalkſpat an der Luft 125 g, im Waſſer 79 g, ſo beträgt ſein Gewichtsverluſt im Waſſer 125 g — 79 g = 46 g, und ſein Eigengewicht (125 g : 46 g) iſt = 2,7, oder der Kalkſpat iſt 2,7 mal ſo ſchwer als ein gleicher Raumteil (ein gleiches Volumen) Waſſer.

So einfach auch dieſes Verfahren iſt, ſo ſind dabei doch folgende Punkte zu berückſichtigen. Die zu unterſuchenden Mineralien müſſen möglichſt rein und frei von Löchern und Höhlungen ſein. Die erſte Bedingung wird am ſicherſten dadurch erfüllt, daß man das Mineral in kleinen Kryſtallen anwendet, die zweite, daß man das Mineral pulvert. Auch an der Oberfläche des Minerals ſollen unter dem Waſſer keine Luftbläschen hängen bleiben; man muß daher dasſelbe vor der Abwägung ſorgfältig mit Waſſer benetzen und gleichſam damit einreiben oder, noch beſſer, das Waſſer, in dem das Mineral aufgehängt iſt, einige Minuten ſieden und dann wieder erkalten laſſen. Saugt ein Mineral Waſſer ein,

so muß man es sich völlig damit sättigen lassen, ehe man es im Wasser wägt. Im Wasser lösliche Mineralien wägt man in einer Flüssigkeit von bekanntem Eigengewicht, in der sie nicht löslich sind, und bestimmt ihren Gewichtsverlust darin; so wägt man z. B. Steinsalz im Alkohol. Sovielmal nun Alkohol leichter als Wasser ist, so vielmal wird auch der Gewichtsverlust des Steinsalzes im Wasser größer sein als im Alkohol.

Um die Eigengewichte der Mineralien in allgemeiner Weise auszudrücken, könnte man vielleicht Mineralien von sehr hohem, hohem, mittlerem, geringem und sehr geringem Eigengewicht unterscheiden und diese Stufen durch die Ausdrücke sehr schwer (Eigengewicht über 10), schwer (3,5—10), ziemlich schwer (2—3,5), leicht (1—2) und sehr leicht (unter 1) bezeichnen.

Das höchste Eigengewicht ist bei dem natürlich vorkommenden Iridium beobachtet worden: G = 22,8; daran schließen sich die Gewichte der anderen schweren Metalle und die ihrer Verbindungen an. Das schwerste Mineral, das kein schweres Metall enthält, ist der Schwerspat, G = 4,3—4,7. Diejenigen Mineralien, welche in großen Massen auf der Erde auftreten und daher an der Zusammensetzung der festen Erdrinde den bedeutendsten Anteil haben, besitzen ein viel geringeres Gewicht: Quarz 2,6; Feldspat 2,65; Kalkspat 2,7; Augit und Hornblende 3,0—3,5. Diese niederen Zahlen sind mit Rücksicht auf das hohe Eigengewicht der ganzen Erde, welches 5,6 beträgt, sehr auffällig, und zwar um so mehr, als sogar die schwersten, massenhaft in der Erdkruste vorkommenden Mineralien, wie Roteisenerz, Magneteisen u. s. w. nur Eigengewichte von 5—5,5 haben. Noch geringer als die genannten Gewichte ist das Eigengewicht des Gipses (2,3) und der meisten wasserhaltigen Silikate, des Schwefels, des Graphits u. s. w. Auf der untersten Stufe stehen die Mineralien organischen Ursprungs, die Harze, Naphta, Asphalt u. s. w., deren Eigengewichte zwischen 1,4 und 0,5 schwanken. Die geringste Zahl, welche überhaupt angegeben wird, ist die für den Pyropissit von Weißenfels, ein gelbbraunes, sehr weiches, in der Braunkohle vorkommendes Mineral, dessen Eigengewicht 0,49—0,52 beträgt.

In der nachfolgenden Übersicht sind einige der wichtigeren Mineralien nach dem steigenden Eigengewichte angeordnet.

0,6—1 Steinöl, Erdwachs.
1,0—1,5 Harze, Kohlen, Soda, Glauberſalz.
1,5—2 Alaun, Borax, Salpeter, Salmiak, Eisenvitriol.

2,0— 2,5 Gips, Steinsalz, Leucit, Zeolithe, Graphit, Schwefel.
2,5— 2,8 Quarz, Feldspate, Beryll, Serpentin, Talk, Kalkspat.
2,8— 3 Aragonit, Dolomit, Anhydrit, Glimmer.
3,0— 3,5 Flußspat, Apatit, Hornblende, Augit, Olivin, Turmalin, Topas, Diamant.
3,5— 4 Eisenspat, Malachit, Kupferlasur, Brauneisenerz, Korund.
4,0— 4,5 Schwerspat, Rutil, Chromeisenerz, Kupferkies, Zinkblende.
4,5— 5,5 Roteisenerz, Eisenkies, Antimonglanz, Fahlerz.
5,5— 6,5 Magneteisenerz, Rotkupfererz, Arsenkies, Kupferglanz, Rotgültigerz.
6,5— 8 Weißbleierz, Zinnerz, Bleiglanz, Silberglanz, Eisen.
8 —10 Zinnober, Kupfer, Wismut.
10 —14 Silber, Blei, Quecksilber.
15 —21 Gold, Platin.
21 —23 Iridium.

4. Durchsichtigkeit und Glanz.

Die Einwirkung des Lichtes auf die Mineralien äußert sich in sehr erschiedener Weise. Die wichtigsten der dadurch hervorgerufenen Eigenhaften der Mineralien, die man als optische Eigenschaften beichnet, sind die Durchsichtigkeit, der Glanz, die Farbe, die trahlenbrechung, die Phosphorescenz. Der Wert dieser igenschaften ist aber ein sehr verschiedener. Am wenigsten beständig ist

die Durchsichtigkeit, die Eigenschaft der Mineralien, dem chte den Durchgang zu gestatten. Je nach der Menge des durchlassenen Lichtes unterscheidet man verschiedene Grade oder Abstufungen r Durchsichtigkeit, die durch die Ausdrücke durchsichtig, halburchsichtig, durchscheinend, kantendurchscheinend und undurchsichtig bezeichnet werden. Wenn ein Mineral, wie der Bergystall, mancher Kalkspat und mancher Gips, so viel Licht hindurchläßt, aß man durch eine dicke Schicht desselben kleine Gegenstände deutlich kennen und eine Schrift lesen kann, so ist das Mineral durchsichtig. ind durchsichtige Mineralien farblos, so heißen sie wasserhell. albdurchsichtige Mineralien lassen die Gegenstände nicht mehr in eutlich unterscheidbaren Umrissen erkennen. Läßt ein Mineral noch so el Licht durch, daß man andere Gegenstände durch dasselbe allenfalls och sehen, aber nicht mehr erkennen kann, so wird es durchscheinend enannt. Durchscheinend ist z. B. der Chalcedon, der Milchquarz, der Milchopal. Ein Mineral ist kantendurchscheinend, wenn nur

durch Splitter oder an den scharfen Kanten größerer Stücke etwas Licht hindurchschimmert, wie bei dem Hornstein. Läßt ein Mineral gar kein Licht durch, so ist es undurchsichtig, wie die Metalle und viele Erze.

Bei den vorstehenden Abstufungen spielt das Gefüge, fremdartige Beimengungen, die geringere oder stärkere Färbung, namentlich aber die Dicke eine zu große Rolle, als daß sie von besonderer Schärfe und großem Gewicht sein könnten. Manches Mineral ist in dünnen Blättchen vollkommen durchsichtig, in weniger dünnen halbdurchsichtig, in dickeren Stücken undurchsichtig. So ist z. B. ein dünnes Blättchen von Augit oder Epidot grün und durchsichtig, ein dickeres dunkelgrün und durchscheinend, ein mäßig dicker Krystall schwarz-grün und undurchsichtig. Der Eisenglanz ist in dünnen Blättchen dunkelblutrot und durchscheinend, in größeren Massen und Krystallen eisenschwarz und undurchsichtig. Ja sogar die Metalle sind in außerordentlich dünnen Schichten nicht undurchsichtig, denn Gold ist in ganz dünnen Plättchen schwach durchscheinend und grünlich, Silber durchscheinend und blau. — Es giebt Mineralien, deren verschiedene Abänderungen alle angeführten Grade der Durchsichtigkeit zeigen; ein Beispiel hierfür ist der Quarz. Manchmal sind auch an ein und demselben Krystalle mehrere Grade ausgebildet.

Im allgemeinen dürfte bei den Mineralien die Durchsichtigkeit im umgekehrten Verhältnis zum Eigengewicht stehen, indem die meisten undurchsichtigen Mineralien die schwereren sind, und umgekehrt.

Eine größere Wichtigkeit als die Durchsichtigkeit besitzt der Glanz. Nach einiger Übung fällt es nicht schwer, farblose, durchsichtige, ganz gleich geschliffene Diamanten, Saphire, Topase und Quarze (Bergkrystalle) nach dem Glanze zu unterscheiden, und Edelsteinhändler und Juweliere pflegen bei dergleichen Bestimmungen, die sie nur nach dem Glanze vornehmen, nicht in Zweifel zu sein. Auch beachten wir den Glanz oftmals im gemeinen Leben sehr wohl, nur sind wir nicht gewöhnt, uns immer Rechenschaft darüber zu geben. Wer vermöchte z. B. nicht ein fettes Öl von einer wässerigen Flüssigkeit am Glanze zu unterscheiden?

Der Glanz ist eine Eigenschaft der Mineralien, die auf der Zurückwerfung des Lichtes beruht. Die meisten Mineralien werfen das auf sie fallende Licht an ihrer Oberfläche zurück, und zwar um so vollkommener, je glatter und ebener ihre Oberfläche ist. Man unterscheidet daher verschiedene Grade des Glanzes, die man durch die Ausdrücke stark glänzend, glänzend, wenig glänzend bezeichnet. Ist nur an einzelnen Punkten einer Fläche ein Glanz wahrzunehmen, wie an den

ruchflächen des dichten Kalksteins, des Alabasters, des Feuersteins, so eißt die Fläche *schimmernd*. Die Abwesenheit jeglichen Glanzes wird rch das Wort *matt* bezeichnet. Die erdigen Mineralien, wie Kreide, hon, Tripel sind Beispiele dafür.

Das Licht erleidet bei der Zurückwerfung mancherlei Veränderung, ch mischt sich dem oberflächlich zurückgeworfenen solches bei, das in das nnere des Minerals eingedrungen ist und von dort wieder zurückworfen wurde. Durch das Zusammenwirken dieser Lichtarten entstehen i den verschiedenen Mineralien mehrere Arten des Glanzes, die man it dem Glanz bekannter Gegenstände vergleicht und so etwas näher bemmt. Diese Arten des Glanzes sind der *Metallglanz*, der *iamantglanz*, der *Glasglanz*, der *Fettglanz*, der *Perlütterglanz*, der *Seidenglanz*.

Metallglanz ist der sehr starke, mit vollkommener Undurchsichtigkeit rbundene Glanz der Metalle. Man unterscheidet wohl noch vollkommen und unvollkommenen Metallglanz; der letztere, der auch als *halbetallischer* Glanz bezeichnet wird, nähert sich schon anderen Arten des lanzes mehr oder weniger und ist z. B. am Anthrazit zu beobachten.

Diamantglanz ist der sehr starke und lebhafte Glanz des Diaant, welcher auch an der Zinkblende und am Weißbleierz und einigen nderen Mineralien vorkommt. Bei sehr geringer Durchsichtigkeit nähert sich oft dem Metallglanz und heißt dann *metallartiger* Diamantanz (Rotgültigerz).

Glasglanz ist der Glanz des gewöhnlichen Glases, wie er sich n Quarz, Schwerspat und sehr vielen anderen Mineralien findet; er wohl die gewöhnlichste Art des Glanzes.

Fettglanz ist der Glanz eines mit einem fetten Öle bestrichenen örpers, wie er auf Bruchflächen des Schwefels, des Pechsteins, des uarzes zu sehen ist. Ein geringerer Grad desselben ist der *Wachslanz*, wie er am Wachsopal vorkommt.

Perlmutterglanz ist der eigentümliche milde Glanz der Perlutter, wie wir ihn am Gips, Talk, Glimmer, überhaupt an solchen Mineralien wahrnehmen, die aus durchsichtigen Blättern bestehen, besonders wenn sich die Blättchen nicht vollkommen berühren. Eine glasänzende Glimmertafel wird durch Druck und Biegung, wodurch ein ufblättern entsteht, perlmutterglänzend. Wenn ein perlmutterglänzendes Mineral eine Farbe besitzt, so entsteht der *metallartige* Perlutterglanz, wie z. B. an manchem schwarzen und braunen Glimmer, m Hypersthen.

Seidenglanz ist ein schwacher Glanz, der nur bei feinfaserigen Mineralien, wie am Fasergips, Asbest, manchem Malachit vorkommt und, wie der Perlmutterglanz, vom Gefüge des Minerals abhängt.

Viele Mineralien zeigen auf den Kryſtallflächen einen anderen Glanz als auf den Spaltungsflächen und Bruchflächen, ja sogar auf den verſchiedenen Spaltungsflächen einen verſchiedenen Glanz. So zeigt der Quarz auf den Kryſtallflächen Glasglanz, auf den Bruchflächen Fettglanz. Der Gips hat auf den Kryſtallflächen Glasglanz, auf den vollkommenſten Spaltungsflächen (parallel der Längsfläche) Perlmutterglanz, auf den pyramidalen Spaltungsflächen Seidenglanz. Der Apophyllit beſitzt auf den Prismenflächen Glasglanz, auf den Endflächen Perlmutterglanz, alſo auf verſchiedenen Kryſtallflächen verſchiedenen Glanz.

Der natürliche Glanz eines Minerals kann durch Politur der Art und dem Grade nach oft ſehr ſtark verändert werden.

5. Farbe und Strich.

Die Farbe iſt zwar eines der Merkmale, die am meiſten in die Sinne fallen, ſie hat aber bei den verſchiedenen Mineralien ſehr ungleichen Wert, und der Unkundige läßt ſich leicht durch ſie täuſchen. Manche Mineralien, wie die Metalle und viele Erze, zeigen ſtets dieſelbe Farbe. Das Kupfer iſt immer rot, der Eiſenkies immer gelb, der Bleiglanz grau, das Magneteiſen ſchwarz, der Malachit grün. Für dieſe Mineralien iſt die Farbe ein weſentliches und beſtändiges Merkmal, weil ſie eine Eigenſchaft ihrer Maſſe und von derſelben untrennbar iſt. Solche Mineralien heißen farbige (eigenfarbige) Mineralien. Andere Mineralien jedoch ſind in ihrem reinſten Zuſtande und bei vollkommener Ausbildung farblos, d. h. ſie beſitzen gar keine Farbe und erſcheinen waſſerhell oder weiß, wie das Steinſalz, der Kalkſpat und andere Salze, der Quarz, Adular und viele andere Steine; ſolche Mineralien heißen farblos. Die farbloſen Mineralien haben aber oft durch Beimengung anderer Stoffe, namentlich durch Metalloxyde und Kohlenſtoff, eine ſehr verſchiedene Färbung erhalten; und wer zum erſtenmal einen Bergkryſtall ſieht, deſſen Farbloſigkeit noch die des reinſten Waſſers übertrifft, wird kaum glauben, daß die tiefblauen Amethyſte aus Braſilien oder die reingelben Citrine des Rieſengebirges, die Roſenquarze des Bayeriſchen Waldes wie die kohlenſchwarzen Rauchquarze vom St. Gotthard vollkommen aus derſelben Maſſe beſtehen. In dieſem Falle iſt alſo die Farbe niemals ein Kennzeichen des Minerals überhaupt, ſondern nur gewiſſer Abänderungen desſelben, wie wir das nicht nur am Quarz, ſon-

dern auch am Kalkspat, Flußspat, Feldspat, an der Zinkblende und an vielen anderen Mineralien sehen. Solche Mineralien, die ihre Farbe zufälligen Beimengungen verdanken, heißen gefärbt. Ihre Färbung ist also kein wesentliches, sondern ein veränderliches, zufälliges Kennzeichen. — Die gefärbten Abänderungen ein und desselben Minerals lassen sich mitunter so zusammenstellen, daß die Farben gleichsam ineinander verlaufen und jede als Mittelfarbe zwischen den zwei benachbarten angesehen werden kann. Nicht selten kommen auch an ein und demselben Stücke eines gefärbten Minerals verschiedene Farben vor, wie an Diopsidkrystallen aus dem Zillerthal, die an dem einen Ende grün, an dem anderen weiß sind, an Turmalinkrystallen von Elba, welche am unteren Teile weiß, an dem oberen Ende schwarz sind und daher Mohrenköpfe heißen. Manche Flußspatkrystalle bestehen aus abwechselnden weißen und blauen, manche Schwerspatkrystalle aus weißen und roten umhüllenden Schalen. An manchen Flußspatkrystallen kommen sogar die Würfelecken anders gefärbt vor als der übrige Krystall. Bei krystallinischen Mineralien entstehen, indem verschiedentlich gefärbte Partieen ein und desselben feinkörnigen, faserigen oder dichten Minerals durcheinander gemengt sind oder lagenweise miteinander abwechseln, mancherlei Farbenzeichnungen, die als punktiert, gefleckt, gestreift, geadert, gebändert, geflammt, wellig, wolkig, ringförmig, festungsartig u. s. w. bezeichnet werden.

Welche geringe Menge eines färbenden Bestandteils oft hinreicht, um schon recht lebhafte Farben hervorzubringen, sieht man am Flußspat, dessen prachtvoll rote, gelbe, grüne und blaue Farben durch die Gegenwart weniger Hundertstel Prozent eines Kohlenwasserstoffes hervorgebracht werden.

Nach dem Vorgange von Abraham Gottlob Werner hat man zur genauen Bezeichnung der Farben der Mineralien acht Hauptfarben angenommen, deren jede mannigfaltige Abänderungen zeigt. Diese acht Hauptfarben sind: weiß, grau, schwarz, blau, grün, gelb, rot, braun. Von demselben wird immer eine, welche den Charakter der Hauptfarbe am reinsten darstellt, als Charakterfarbe bezeichnet. Diese acht Charakterfarben sind: schneeweiß (karrarischer Marmor), aschgrau (Leucit), sammetschwarz (Obsidian), berlinerblau (Saphir), smaragdgrün (Smaragd), zitronengelb (Auripigment), karminrot (Spinell), kastanienbraun (egyptischer Jaspis). Die verschiedenen Abänderungen werden als aus Verbindungen der Charakterfarben hervorgehend betrachtet und mit Benennungen belegt, die von bekannten Gegenständen hergenommen sind, welche die Farbe in besonderer

Deutlichkeit zeigen, wie rosenrot, kirschrot, morgenrot, apfelgrün, zeisiggrün, lauchgrün, honiggelb, weingelb, erbsengelb, himmelblau, lavendelblau, pflaumenblau, nelkenbraun, lederbraun u. s. w., oder die Namen der Farben werden durch Zusammensetzung aus dem Namen der vorherrschenden und dem der beigemischten Hauptfarbe gebildet, wie bläulichweiß, grünlich-grau, bräunlich-schwarz, schwärzlich-blau, schwärzlich-grün, bräunlich-rot, rötlich-braun.

Von diesen Farben, die man auch *nichtmetallische* Farben nennt, werden die *metallischen* Farben, welche mit Metallglanz verbunden sind, unterschieden. Unter ihnen fehlt blau und grün. Es sind die folgenden: *kupferrot*, die Farbe des reinen Kupfers (gediegenes Kupfer), *tombakbraun*, die Farbe des Tombak, einer Legierung von Kupfer und Zink (Magnetkies, wenn angelaufen), *bronzegelb*, Farbe der Bronze, einer Legierung von Kupfer und Zinn (Magnetkies auf frischem Bruch), *speisgelb*, Farbe einiger Metallgemische, welche man Speise nennt, besonders der aus Kupfer und Zinn bestehenden Glockenspeise (Eisenkies), *messinggelb*, Farbe des Messings, einer Legierung von Kupfer und Zink (Kupferkies), *goldgelb*, Farbe des reinen Goldes (gediegenes Gold), *silberweiß*, Farbe des reinen Silbers (gediegenes Silber), *zinnweiß*, Farbe des reinen Zinns (gediegen Antimon), *stahlgrau*, Farbe des Stahls (Platin), *bleigrau*, Farbe des Bleies (Bleiglanz, Antimonglanz), *eisenschwarz*, Farbe des Eisens (Magneteisenerz).

Jede besondere Farbe ist verschiedener Abstufungen fähig, zu deren Bezeichnung die Ausdrücke *hoch*, *tief*, *licht*, *dunkel*, *blaß* gebraucht werden.

Manche Mineralien verändern allmählich ihre Farben, wenn sie der Einwirkung des Lichtes, der Luft und der Feuchtigkeit ausgesetzt sind. Diese Farbenveränderung betrifft entweder nur die Oberfläche oder die ganze Masse des Minerals und ist als die Folge einer chemischen Umwandlung anzusehen. Bei einer bloß oberflächlichen Farbenveränderung sagt man, das Mineral sei *angelaufen*, weil es gleichsam nur mit einem farbigen Hauche überzogen ist, unter dem die ursprüngliche Farbe leicht wieder zum Vorschein kommt. So sind z. B. Silber und Arsen schwarz, der Magnetkies ist tombakbraun, der Kupferkies, Buntkupferkies, der Antimonglanz, das Brauneisenerz und das gediegene Wismut sind bunt angelaufen. Wenn die Farbenveränderung in das Innere des Minerals eindringt, so verblaßt entweder die ursprüngliche Farbe, wie bei dem Chrysopras, Rosenquarz, Topas, Cö-

tin, oder sie wird dunkler, wie bei dem Braunspat, Eisenspat, anganspat.

Es ist eine eigentümliche Erscheinung, daß sehr viele Mineralien im nzerteilten oder gepulverten Zustande eine andere Farbe zeigen, als in nzen Krystallen oder größeren Stücken. Recht auffallend ist dies z. B. vielen sulfidischen und oxydischen Erzen. Während z. B. der Eisen- s als Krystall oder in krystallinischen Massen speisgelb gefärbt ist, er- eint er als Pulver bräunlich-schwarz. Der Eisenglanz ist eisenschwarz, n Pulver dagegen kirschrot. Die Manganblende ist von bräunlich- warzer Farbe, ihr Pulver aber grün. Da nun bei den farbigen ineralien das Pulver immer ein und dieselbe Farbe zeigt, so ist das- be ein gutes Mittel, um die farbigen Mineralien von den gefärbten unterscheiden. Die durch eine fremdartige Beimengung gefärbten ineralien zeigen nämlich in der Regel ein weißliches oder doch hell- biges Pulver, mögen sie äußerlich auch noch so verschieden gefärbt er- einen.

Da man nun das Pulver eines Minerals am leichtesten erhält, em man mit dem Mineral über eine rauhe Fläche z. B. über eine atte von unglasiertem Porzellan (Biskuit) oder eine Feile *streicht*, spricht man statt von der Farbe des (hängengebliebenen) Pulvers, von Farbe des Strichs oder kurz vom *Strich*.

Manche Mineralien, welche an und für sich wenig glänzend, schim- rnd oder matt sind, wie z. B. das Hartmanganerz (Psilomelan), er- gen einen stärkeren Glanz, wenn sie mit einer stumpfen Stahlspitze itzt werden, und man sagt dann, das Mineral sei *im Strich* nzend. Bei Mineralien von sehr niedrigen Härtegraden, wie bei Bol, eerschaum, Speckstein, reicht oft der Druck des Fingernagels hin, um sen Glanz hervorzurufen.

6. Strahlenbrechung und Polarisation.

Betrachten wir einen schwarzen Punkt oder Strich auf weißem piere schief durch eine dicke Glasplatte, so wird uns der Punkt oder Strich nicht an der Stelle erscheinen, wo er sich wirklich befindet. nz dieselbe Erscheinung werden wir beobachten, wenn wir statt der asplatte einen durchsichtigen Krystall oder ein durchsichtiges Spaltungs- k von Steinsalz nehmen. Der Grund dieser Erscheinung, die man *Strahlenbrechung* bezeichnet, liegt darin, daß jeder Lichtstrahl seinem Eintritt in einen durchsichtigen festen oder flüssigen Körper, ald er schief einfällt, von seiner geradlinigen Richtung abgelenkt oder

gebrochen wird. Die Strahlenbrechung ist einfach, wenn der Lichtstrahl bei seinem Durchtritt, wie in den obigen Fällen, immer einfach bleibt; sie ist doppelt, wenn er durch die Einwirkung des Körpers in zwei Strahlen gespalten wird, so daß ein Gegenstand, welcher durch denselben in gewisser Richtung und Entfernung betrachtet wird, doppelt zu sehen ist.

Die doppelte Strahlenbrechung wurde zuerst bei dem durchsichtigen Kalkspat von Island von Erasmus Bartholin entdeckt, welcher im Jahre 1669 eine besondere Schrift darüber herausgab. Legt man ein rhomboëdrisches Spaltungsstück dieses Kalkspats, der auch als Doppelspat bezeichnet wird, auf ein Blatt Papier, auf dem sich ein schwarzer Punkt befindet, so sieht man den Punkt nicht wie durch ein Stück Glas oder Steinsalz, sondern doppelt, den einen Punkt etwas unter dem anderen. Die durch einen Nadelstich in ein Papierblatt erzeugte helle Öffnung erscheint, durch jenes Spaltungsstück gesehen, als ein doppeltes Lichtbild. Dreht man das doppeltbrechende Spaltungsstück, so bewegt sich der höherliegende Punkt in immer gleicher Entfernung um den anderen herum. Es giebt aber doch eine Richtung, in welcher das Spaltungsrhomboëder den Lichtstrahl nicht in zwei Strahlen bricht. Schleift man nämlich die Endecken desselben rechtwinkelig zur Hauptachse (in der Richtung der basischen Endfläche) weg, erzeugt man also anstatt der Endecken zwei einander parallele dreieckige Flächen, und betrachtet man nun durch diese in einer denselben rechtwinkligen Richtung (d. i. in der Richtung der Hauptachse des Spaltungsrhomboëders) den schwarzen Punkt auf dem Papiere, so wird man ihn nur einfach sehen, wie man auch das Rhomboëder drehen mag. Der Kalkspat besitzt also eine Richtung, in welcher ein hindurchgehender Lichtstrahl keine Doppelbrechung erfährt, sondern ungeteilt bleibt, und diese Richtung ist der Hauptachse parallel. So wie der Kalkspat, verhalten sich alle durchsichtigen Krystalle, die dem hexagonalen oder dem tetragonalen Systeme angehören; längs der Hauptachse findet keine doppelte Brechung statt. Dagegen haben die Krystalle des rhombischen, monoklinischen und triklinischen Systems, die gleichfalls doppelte Strahlenbrechung zeigen, zwei Richtungen einfacher Strahlenbrechung, die in der Regel rechts und links von einer der krystallographischen Achsen liegen. Diese Richtungen einfacher Strahlenbrechung nennt man die optischen Achsen eines Krystalls und hiernach unterscheidet man optisch-einachsige und optisch-zweiachsige Krystalle*).

*) Die optischen Achsen sind also nicht einzelne Linien, sondern eben Richtungen, denen unendlich viele Linien parallel laufen, und jeder Punkt des Krystalls hat seine optische Achse.

u ersteren gehören also die tetragonalen und hexagonalen, zu letzteren e rhombischen, monoklinischen und triklinischen Kryſtalle und Spal- ngsſtücke.

Dieſe an und für ſich ſehr merkwürdigen Geſetze beweiſen wieder n innigen Zuſammenhang zwiſchen der äußeren Geſtalt der Kryſtalle d ihrem inneren Baue, der dieſe verſchiedenen Lichterſcheinungen be- ngt. Sie gewähren aber auch den Vorteil, daß ſie in manchen zweifel- ften Fällen, wenn die Geſtalt eines Kryſtalls ſehr wenig ausgebildet , doch das Kryſtallſyſtem erkennen laſſen. Es lehrt nämlich die Er- hrung, daß alle Mineralien, welche bloß einfache Strahlenbrechung be- zen, entweder gar nicht oder regulär kryſtalliſieren; daß hingegen alle ineralien, welche doppelte Strahlenbrechung zeigen, kryſtalliſiert vor- mmen, und daß ihre Kryſtallgeſtalt in ein anderes als das reguläre yſtem gehört. So zeigt das Glas, das nicht kryſtalliſiert, bloß ein- che, der Bergkryſtall oder Glasquarz, der dem Glaſe ja ſehr ähnlich , aber eben kryſtalliſiert vorkommt, doppelte Strahlenbrechung; der guläre Granat zeigt einfache, der tetragonale Zirkon doppelte Strahlen- echung.

Doch nur bei verhältnismäßig wenigen Mineralien läßt ſich die ppelte Strahlenbrechung ſo leicht beobachten wie bei dem Kalkſpat, nn nur bei wenigen treten die beiden Strahlen ſo weit auseinander ie bei dieſem Mineral. Schleift man aber aus einem ſolchen Mineral n Prisma, und beobachtet man durch dasſelbe ein Kerzenlicht, ſo wird an ſtatt eines Lichtbildes zwei Lichtbilder mit regenbogenfarbigen Rän- rn wahrnehmen, die um ſo weiter auseinander treten, je mehr man h von dem Lichte entfernt. Auf dieſe Art unterſuchte der Wiener ineraloge Haidinger im Jahre 1857 den angeblichen großen geſchliffe- n Diamant des Dupoiſat, fand denſelben als doppelbrechend und be- mmte ihn als einen nicht regulären Kryſtall, und zwar als Topas.

Da jedoch auch dieſes Verfahren, wie die unmittelbare Beobachtung r doppelten Strahlenbrechung überhaupt, in den meiſten Fällen mit oßen Schwierigkeiten verknüpft iſt, ſo wendet man gewöhnlich die olariſation des Lichtes, die mit der Strahlenbrechung auf das innigſte ſammenhängt, zur Ermittelung der Strahlenbrechung an. Zu dieſem wecke bedienen ſich die Mineralogen gewöhnlich der ſogenannten Tur- alinzange. Die Phyſiker Seebeck und Biot fanden nämlich be- its zu Anfang dieſes Jahrhunderts, daß zwei parallel den Prismen- ächen geſchnittene durchſichtige Plättchen von Turmalin (am beſten von r grünlichen Abänderung), wenn ſie ſo aufeinander gelegt werden, wie

sie geschnitten sind (also wie sie im Krystall lagen), durchsichtig bleiben (S. 110, Fig. 14), daß sie aber, wenn man das eine Plättchen auf dem anderen herumdreht, an Durchsichtigkeit fortwährend verlieren, bis sie zuletzt, wenn die Plättchen sich rechtwinklig kreuzen, ganz undurchsichtig werden (S. 110, Fig. 15).

Fig. 14.

Fig. 15.

Das Licht besitzt also die Eigenschaft, durch die Turmalinplättchen, wie überhaupt durch alle durchsichtigen lichtbrechenden Körper in einer Lage derselben hindurchzugehen, in einer darauf rechtwinkligen aber nicht, sondern in diesem gleichsam zu erlöschen. Diese Eigenschaft des Lichtes heißt Polarisation, und ein Lichtstrahl, der dieselbe zeigt, ein polarisierter. Die Turmalinzange (Taf. 8, Fig. 8) ist nun weiter nichts als eine zangenförmige Feder von Draht, die am Ende jedes ihrer Arme in ringförmiger Einfassung ein in der angegebenen Weise geschnittenes rechteckiges Turmalinplättchen trägt. Beide Plättchen können leicht aufeinander gedrückt und durch Drehung so gestellt werden, daß sie entweder parallel oder kreuzweise übereinander zu liegen kommen.

Bringt man nun zwischen die kreuzweise gestellten Turmalinplättchen ein dünnes Plättchen eines anderen Minerals von doppelter Strahlenbrechung, so tritt merkwürdigerweise eine Erhellung des vorher undurchsichtigen Raumes ein, während derselbe dunkel bleibt, wenn man ein dünnes Plättchen eines einfach lichtbrechenden Minerals dazwischen schiebt. Bei doppelt strahlenbrechenden Mineralien läßt sich mit Hilfe der Turmalinzange sogar erkennen, ob sie optisch einachsig oder optisch zweiachsig sind. Optisch einachsige Mineralien, wie z. B. der Kalkspat, Bergkrystall, Apatit, Smaragd, Saphir und auch das Eis zeigen nämlich, wenn sie in Plättchen rechtwinklig zur Hauptachse gespalten oder geschliffen sind und zwischen die gekreuzten Turmalinplättchen gebracht werden, farbige kreisrunde, konzentrische Ringe, durch welche meistens ein schwarzes Kreuz geht, wenn jene Plättchen die gehörige Dicke haben. (Beim Bergkrystall müssen sie jedoch sehr dünn sein.) Optisch zweiachsige Mineralien, wie der Aragonit, Topas, Adular, Gips, Borax, senkrecht auf die zwischen den beiden optischen Achsen liegende Mittellinie geschnitten und zwischen die gekreuzten Turmalinplättchen gebracht, zeigen zwei, öfters allerdings ineinander fließende Gruppen farbiger elliptischer Ringe, welche nebeneinander liegen und von einem schwarzen Streifen durchschnitten sind.

Wenn man aus einem deutlich gefärbten Beryllkrystall einen Cylinder
hneidet, so daß die Achse des Cylinders parallel der Hauptachse ist, so
igt derselbe parallel zu dieser Achse eine himmelblaue, rechtwinklig zu
erselben aber eine blaßgrüne Farbe. Eine Kugel aus einem solchen
rystall zeigt in den genannten Richtungen himmelblau und blaßgrün,
allen anderen Richtungen eine Mischfarbe aus diesen beiden Farben.
Wird aus dem Cordierit von Bodenmais im Bayerischen Walde ein
Würfel geschnitten, dessen Flächen den drei Endflächen parallel sind, so
igt derselbe, wenn man durch das Querflächenpaar hindurchsieht, eine
aublaue, wenn man durch das Längsflächenpaar hindurchsieht, eine
lbe, und sieht man durch das basische Endflächenpaar hindurch eine
digoblaue Farbe. Schneidet man aus einem solchen Krystall eine Kugel,
zeigt auch diese in den angegebenen drei Richtungen blaugrau, gelb
nd indigoblau, in den übrigen Richtungen aber Mischfarben aus den
nachbarten Farben. Wir sehen also, daß gewisse Krystalle in verschie-
nen Richtungen verschiedene Farben zeigen. Diese sehr eigentümliche
rscheinung, welche mit der doppelten Strahlenbrechung und der Polari-
tion zusammenhängt und, wie diese beiden Erscheinungen, in der Kry-
allisation ihren Grund hat, wird von den Mineralogen als Mehr-
arbigkeit (Pleochroismus) bezeichnet. Die Mineralien, welche
n regulären System krystallisieren, und auch die durchsichtigen, amorphen
Mineralien zeigen keine Mehrfarbigkeit, weil sie ja auch keine doppelte
trahlenbrechung zeigen. Die optisch-einachsigen, also die tetragonalen
nd die hexagonalen Krystalle, zeigen nach zwei Richtungen verschiedene
arben (Zweifarbigkeit, Dichroismus), und Beispiele hierfür sind außer
m Beryll der Saphir, Zirkon, Rutil, Apatit, Pennin (ein dem Chlorit
nliches, in der Schweiz vorkommendes Mineral). Die optisch-zwei-
sigen Mineralien, also die rhombischen, monoklinischen und triklinischen
rystalle, zeigen nach drei Richtungen verschiedene Farben (Dreifarbig-
t, Trichroismus); Beispiele sind außer dem Cordierit der Cyanit,
pidot, Andalusit.

Hier mögen noch einige Farben- und Lichterscheinungen
rwähnung finden, die zwar an verhältnismäßig wenigen Mineralien
obachtet werden, aber für dieselben oft sehr charakteristisch sind.

So zeigen manche durchsichtige Mineralien, wie der Gips, Kalkspat,
uarz, Adular, Glimmer, in ihrem Innern mehr oder weniger regel-
äßige regenbogenfarbige Ringe oder Streifen. Diese hübsche Erscheinung,
elche Irisieren genannt wird, hängt mit sehr feinen Spalten und

Rissen im Innern der Mineralien zusammen, in welche sich Luft hineingezogen hat.

Eine ähnliche Ursache hat wohl auch das Farbenspiel, das Auftreten lebhafter Farben in verschiedenen Richtungen, wie es am schönsten am edlen Opal zur Erscheinung kommt und daher auch als Opalisieren bezeichnet wird.

Einige Mineralien zeigen lebhafte Farben nur in bestimmten, mit gewissen Spaltungsflächen zusammenfallenden Richtungen, eine Erscheinung, die man mit dem Namen Farbenwandlung belegt hat. Sie kommt ausgezeichnet, und zwar blau, rot, gelb, grün, violett am Labradorit und fast kupferrot am Hypersthen vor. Mit der Farbenwandlung ist das Schillern des sogenannten Sonnensteins sehr nahe verwandt, das auf der Einlagerung dünner Schüppchen von Eisenglanz oder Nadeleisenerz beruht.

Auch der Asterismus schließt sich wegen seiner Abhängigkeit von der Krystallform oder dem Gefüge der Farbenwandlung an. Man bezeichnet damit einen eigentümlichen Lichtschein, den manche Mineralien in Form eines sechsstrahligen Sternes zeigen. Sehr schön ist diese Erscheinung an manchem Saphir (Sternsaphir) in der Richtung der Hauptachse zu beobachten, besonders wenn der Stein halbkugelig über die Hauptachse geschliffen ist. Auch an manchem Glimmer läßt sich, wenn man durch denselben nach einer hellen Lichtflamme sieht, ein heller sechs- (oder zwölf-) strahliger Stern wahrnehmen. In diesem Falle sind mikroskopisch kleine Stäbchen, welche in drei Richtungen, die sich unter 60° schneiden, angeordnet sind, die Ursache des Asterismus, während er bei dem Saphir von ungemein feinen röhrigen Hohlräumen herrühren soll, welche parallel den Seiten des sechsseitigen Prisma auftreten. — Hierher gehört auch der schielende Lichtstreifen, welchen manche faserige Mineralien, wie Fasergips, Katzenauge, Chrysotil quer über die Fasern zeigen, und der wogende Lichtschein, welchen diese Mineralien zeigen, wenn sie halbkugelig über die Fasern geschliffen werden. In manchen farblosen Feldspaten (Adularen), welche Mondsteine heißen, sieht man nach bestimmten Richtungen einen milden bläulichen Lichtschein, der von parallelen tafelförmigen oder prismatischen Hohlräumen herrührt.

7. Phosphorescenz und Fluorescenz.

Wenn man gewisse Diamanten eine Zeit lang dem Sonnenlichte (oder auch nur dem gewöhnlichen Tageslichte) aussetzt, so leuchten sie im Dunkeln ziemlich stark mit blauem Licht. Der Schwerspat leuchtet sehr

erklich, wenn er vorher gebrannt worden ist. Dieselbe Erscheinung igen Strontianit, Aragonit, Kalkspat und Kreide, Apatit, Steinlz, Flußspat und einige andere Mineralien, wenn auch in geringerem rade.

Die meisten der eben genannten und noch einige andere Mineralien erden aber auch leuchtend, wenn sie erwärmt werden, wobei die dazu forderliche Temperatur sehr verschieden ist. Bei manchem Diamant, opas, Flußspat reicht schon die Wärme der Hand hin, andere Abderungen des Flußspat erfordern eine Temperatur von 60 bis 100°, r Phosphorit eine solche von 100°, der Kalkspat und viele Steine 0 bis 370°. Man kann in dieser Beziehung sehr leicht einen Verch anstellen, wenn man ein etwas gröbliches Pulver, vielleicht vom ußspat, auf ein Eisenblech (einen eisernen Löffel) oder Platinblech eut und dieses im dunkeln Zimmer über einer kleinen Spiritusflamme ugsam erwärmt.

Manche Mineralien leuchten im Dunkeln, wenn man mehrere eleksche Funken hindurchschlagen läßt, wie z. B. der Diamant, der Saphir, ünner Flußspat, gebrannter Schwerspat.

Endlich leuchten auch viele Mineralien, wenn sie gerieben, gestoßen, spalten oder zerbrochen werden. So entwickeln manche Abänderungen r Zinkblende und des Dolomit schon einen Lichtschein, wenn man sie t einer Stahlfeder kratzt oder mit einem Messer schabt. Quarzstücke ie auch zwei Zuckerstücke) leuchten, wenn man sie aneinander reibt, limmertafeln, wenn man sie nach der Spaltungsrichtung rasch ausander reißt. Sehr schön leuchten auch manche harte Steine, wenn sie chliffen werden, wie z. B. der Achat.

Diese Eigenschaft der Mineralien, durch Einwirkung des Sonnentes, durch Erwärmung, Elektricität oder durch mechanische Einwirkung Dunkeln gleich dem Phosphor zu leuchten, ohne zu glühen oder end eine Veränderung zu erleiden, nennt man **Phosphorescenz**, und n den Mineralien, die diese Eigenschaft zeigen, sagt man, sie **phosorescieren**.

Merkwürdig ist die von H. **Rose** beobachtete Lichterscheinung beim ystallisieren der arsenigen Säure oder des Arseniks und das Aufleuchten es erst geschmolzenen und dann aufgelösten Gemenges von schwefelrem Kali und schwefelsaurem Natron im Augenblick des Krystallicens. Merkwürdig ist es auch, daß der grüne Flußspat (Chlorophan) ch der Einwirkung des Sonnenlichtes oft noch wochenlang selbstleuchtend ibt, während die Phosphorescenz durch Erwärmen meist nur auf kurze

Zeit, und an demselben Stücke zum zweitenmal nicht wieder hervorgebracht werden kann.

Daß der Diamant im Dunkeln leuchtet, war schon Albertus Magnus (starb 1280) bekannt. Aufsehen erregte jedoch erst die Entdeckung des Schusters Cascariolo in Bologna, der 1604 die Schwerspatknollen (Bologneser Spate) aus dem Thon des Monte Paterno bei Bologna durch Glühen mit Tragantschleim leuchtend machte. Mechaniker Geißler in Bonn füllte selbstleuchtende gepulverte Körper in geschlossene Glasröhren, die nur eines Sonnenblickes bedürfen, um im Finstern einen ganz zauberhaften Effekt hervorzubringen.

Die Phosphorescenz wurde erst von Placidus Heinrich etwas aufmerksamer geprüft, der darüber 1811 in Nürnberg eine Schrift („Die Phosphorescenz der Körper") herausgab.

Die mit dem Namen Fluorescenz belegte Erscheinung kommt im Mineralreich nur selten vor. Sie wurde zuerst und besonders auffallend am Flußspat oder Fluorit beobachtet und besteht darin, daß einige Mineralien in dem an ihrer Oberfläche zurückgeworfenen Lichte anders erscheinen als in dem, welches durch ihre Masse hindurchgegangen ist. Sie kommt sehr schön an den Flußspatkrystallen aus Cumberland und Cornwall in England zur Geltung, die im durchfallenden Lichte lebhaft grün, im auffallenden (reflektierten) Lichte prächtig blau erscheinen. Man sagt daher, der Flußspat fluoresciere blau. Mancher Bernstein, z. B. der aus Sizilien, fluoresciert ebenfalls blau; manches Erdwachs und manches Erdöl (Petroleum) fluorescieren grün.

8. Verhalten gegen die Wärme.

Wie sich die Mineralien gegen die Lichtstrahlen verhalten, so verhalten sie sich auch gegen die Wärmestrahlen; auch die Wärmestrahlen werden in verschiedener Weise und in verschiedenem Grade von den Mineralien hindurchgelassen, verschluckt, zurückgeworfen, gebrochen und polarisiert.

Wenn man ein plattenförmiges Spaltungsstück vom Steinsalz in entsprechender Entfernung über eine Gasflamme hält, so fühlt man die Hitze der Flamme fast ebenso, wie ohne die Steinsalzplatte. Nimmt man dagegen statt der Steinsalzplatte eine Glimmertafel, so fühlt man auffälligerweise die Hitze der Flamme gar nicht. Man sieht aus diesen Versuchen, daß die Steinsalzplatte fast alle Wärmestrahlen (wie das Glas und alle übrigen durchsichtigen Körper die Lichtstrahlen) hindurchläßt, der Glimmer aber nicht. Von dem Steinsalz sagt man daher, es sei für

e Wärmestrahlen durchgängig (diatherman), vom Glimmer, er sei un-
rchgängig (adiatherman). Weniger durchgängig für die Wärme als
as Steinsalz ist der Kalkspat, noch weniger der Gips. Kupfervitriol,
laun, Eis lassen die Wärme fast gar nicht, die Metalle gar nicht
urch. Daß die Durchgängigkeit für Wärme von der Durchsichtigkeit
cht abhängig ist, lehren die ganz dunklen, fast undurchsichtigen Rauch-
uarzkrystalle, welche durchgängig sind, während sich aber durchsichtige
laumplättchen als undurchgängig erweisen.

Die durch Berührung mitgeteilte Wärme leiten die verschiedenen
örper mehr oder weniger schnell in sich fort, und man unterscheidet
mnach gute und schlechte Wärmeleiter. Auch unter den Mineralien
ebt es gute und schlechte Wärmeleiter. Sehr gute Wärmeleiter sind
e Metalle, schlechtere die Steine, zu den schlechtesten gehören die aus
m Pflanzenreich stammenden Mineralien, wie z. B. der Bernstein. Je
chter ein Mineral die Wärme leitet, desto kälter fühlt es sich an, weil
die Wärme der Hand rasch in seiner ganzen Masse verteilt. Schlechte
ärmeleiter fühlen sich warm an, da sie der Hand nur wenig Wärme
tziehen. Die Metalle fühlen sich daher kälter an als die Steine, und
nter diesen wieder fühlen sich die Edelsteine, vor allen der Diamant,
lter als die übrigen Steine an. Man kann daher dieses Verhalten der
ineralien benutzen, um z. B. den Diamant von den ihm äußerlich ähn-
hen Topas, Bergkrystall oder einer Nachahmung in Glas zu unter-
eiden. Legt man letztere neben einen Diamant auf die Zunge, so wird
e Stelle desselben, wo der Diamant liegt, schneller und stärker kalt
s die Stelle, wo Topas, Bergkrystall oder Glas liegen. Juweliere
uchen geschliffene Edelsteine an, um sie zu unterscheiden; die edleren
rselben nehmen den Hauch (Wasserniederschlag) nicht nur schwerer an
eil sie schneller warm werden), sondern verlieren ihn auch schneller.
ips (Alabaster) fühlt sich weniger kalt an als Marmor, und beide
ineralien können daher kaum verwechselt werden. Quarz und Glas
hlen sich kälter an als Bernstein; man kann daher auf den ersten Griff
ernstein vom Glas und vom ähnlich aussehenden Chalcedon unter-
eiden. Sehr merkwürdig ist es, daß auch inbezug auf Wärmeleitung
e Krystallform von Einfluß ist. Überzieht man z. B. eine Gipsplatte
it einer dünnen Wachsschicht und setzt man einen Metallstift, den man
haltend erwärmt, auf die Gipsplatte, so schmilzt das Wachs um
n Stift, die Grenze zwischen dem geschmolzenen und ungeschmolzenen
Wachs bildet aber keinen Kreis, wie dies bei einer Glasplatte der Fall
in würde, sondern eine Ellipse, weil die Gipsplatte die Wärme nach

der einen Richtung hin besser leitet als nach der andern. Platten amorpher oder regulärer Krystalle geben, auf gleiche Weise behandelt, stets Kreise. Tetragonale und hexagonale Krystalle geben auf Platten parallel der Endfläche ebenfalls stets Kreise, auf Platten parallel den Prismenflächen aber Ellipsen. Bei dem Quarz ist die längere Achse der Ellipsen auf den Prismenflächen parallel der Hauptachse. Die optisch-zweiachsigen Krystalle geben auf allen Flächen Ellipsen.

Fast alle Mineralien dehnen sich in der Wärme aus; die Größe der Ausdehnung ist aber viel geringer als bei Flüssigkeiten und bei verschiedenen Mineralien verschieden. Während bei der Erwärmung von 0° auf 100° C das Wasser sich um $^1/_{23}$, das Quecksilber um $^1/_{55}$ ausdehnt, beträgt die Ausdehnung des Steinsalzes $^1/_{247}$, die des Silbers $^1/_{524}$, die des Kupfers $^1/_{645}$, die des Platins $^1/_{1167}$, die des Diamants $^1/_{8480}$. — Bei den Krystallen ist die Ausdehnung von der Krystallform abhängig und im allgemeinen nach verschiedenen Richtungen verschieden. Bei den regulären Krystallen (und amorphen Mineralien) ist die Ausdehnung nach allen Richtungen gleich groß; die Winkel, welche von den Flächen gebildet werden, sind also von der Temperatur unabhängig, und eine Kugel aus einem solchen Mineral, z. B. aus Steinsalz geschliffen, wird bei jeder Temperatur eine Kugel bleiben, nur ist der Durchmesser jedesmal ein anderer. Bei den optisch-einachsigen, den tetragonalen und hexagonalen Krystallen ist die Ausdehnung in allen Richtungen rechtwinklig zur Hauptachse dieselbe, parallel der Hauptachse aber verschieden, bald größer, bald kleiner. Wird aus einem solchen Krystall eine Kugel geschliffen, so verwandelt sich dieselbe beim Erwärmen in ein Ellipsoïd (Rotationsellipsoïd). Beim Quarz ist dasselbe abgeplattet, beim Kalkspat verlängert. An Krystallen dieser Abteilung ändern sich die Winkel, welche die Prismenflächen mit einander und mit der Basis bilden, nicht, dagegen ändern sich die Winkel aller zur Hauptachse geneigten Flächen, wie die der Pyramiden, der Rhomboëder. Die Endkante der rhomboëdrischen Spaltungsstücke des Kalkspat, welche nach Mitscherlich bei 10° C 105° 4′ mißt, mißt nach einer Erwärmung von 100° nur noch 104° 56′, ist also um 8′ schärfer geworden. Das Rhomboëder wird demnach etwas spitzer, woraus folgt, daß sich der Kalkspat in der Richtung der Hauptachse stärker ausdehnt als in der Richtung der Nebenachsen. Die optisch-zweiachsigen Krystalle, wie die rhombischen Krystalle des Aragonit, die monoklinischen Krystalle des Gipses und Feldspates und die triklinischen Krystalle des Axinit dehnen sich nach allen drei Achsen ungleich aus. Eine Kugel aus einem der

genannten Krystalle geschnitten, wird beim Erwärmen zu einem (dreiachsigen) Ellipsoid. Die Flächenwinkel ändern sich bei triklinischen Krystallen sämtlich, bei monoklinischen bleiben die rechten Winkel erhalten, welche die Längsflächen mit anderen Flächen bilden, bei rhombischen Krystallen bleiben bloß die rechten Winkel zwischen den Endflächen unverändert.

Unter Einwirkung höherer Wärmegrade gehen die meisten Mineralien aus dem festen in den flüssigen und selbst in den luftförmigen Zustand über, sie *schmelzen* oder *verflüchtigen* sich. Die Temperatur, bei welcher ein Körper schmilzt, die *Schmelztemperatur* oder der *Schmelzpunkt*, ist, wie dies die folgenden Beispiele zeigen, bei verschiedenen Mineralien sehr verschieden.

Es schmilzt nämlich

Schmiedeeisen	bei 1600°,	Blei	bei 334°,
Gold	„ 1200°,	Wismut	„ 270°,
Kupfer	„ 1090°,	Schwefel	„ 115°,
Silber	„ 1000°,	Eis	„ 0°,
Antimon	„ 425°,	Quecksilber	„ —40°.

Zur Untersuchung der Schmelzbarkeit, die ein wichtiges Kennzeichen für die Unterscheidung und Erkennung der Mineralien abgiebt, bedienen sich die Mineralogen einer Kerzenflamme mit möglichst dickem Docht oder einer Weingeistflamme und des sogenannten Lötrohrs. Das *Lötrohr* ist in seiner einfachsten Gestalt, in der es die Metallarbeiter benutzen, eine sich allmählich verjüngende Röhre von Messingblech, die an ihrem engeren Ende gekrümmt und an ihrer Spitze mit einer nadelstichfeinen Öffnung versehen ist (Taf. 8, Fig. 9). Bläst man mit dem Munde Luft in das erweiterte Ende a, so tritt dieselbe als ein dünner Strom durch die Lötrohrspitze b aus, und richtet man diesen Luftstrom gegen eine Flamme (Taf. 8, Fig. 12), so wird diese durch den auf sie eindringenden Luftstrom seitlich gerichtet, und man erreicht im kleinen, was der Schmied mit dem Blasebalg bezweckt, nämlich die Erzeugung einer starken Hitze in einem beschränkten Raume. Mit einem so einfachen Lötrohr ist es aber nicht möglich, einen regelmäßigen und längere Zeit unverändert bleibenden Strom zu erzielen, wie er bei wissenschaftlichen Arbeiten verlangt wird, weil namentlich bei anhaltendem Blasen Feuchtigkeit in dem engeren Teil der Röhre sich ansammelt und den Luftstrom ab und zu unterbricht. Um die Feuchtigkeit unschädlich zu machen, hat man das Lötrohr aus mehreren Stücken zusammengesetzt, aus dem Blasrohr (Taf. 8, Fig. 10a), dem Wasserbehälter (b) und dem Ausströmungs-

rohr (c). Das Blasrohr ist gewöhnlich mit einem Mundstück von Horn oder Elfenbein versehen und gegen das untere Ende wenig verjüngt. Der Wasserbehälter ist ein kurzer Zylinder von etwas größerem Durchmesser als das Blasrohr; an seinem oberen Ende hat er eine Öffnung, in welche das Blasrohr paßt; seitlich ist eine zweite Öffnung für das Ausströmungsrohr vorhanden. Damit sich die Spitze des Ausströmungsrohres beim Gebrauch nicht verändert, namentlich nicht erweitert und unregelmäßig wird, ist sie von Platin; wenn sie durch Ruß verstopft ist, so kann man sie abnehmen und durch Ausglühen reinigen. Beim Blasen muß man das Mundstück fest an die Lippen drücken, die Luft durch die Nase einatmen und die im Munde angehäufte Luft gleichmäßig in das Rohr treiben, die Mündung des Lötrohrs aber knapp vor und über den Docht der Lampe oder Kerze bringen.

Die auf ihre Schmelzbarkeit zu untersuchenden Mineralien werden in Form feiner Splitter oder in Körnchen von der Größe eines Hirsekorns der Lötrohrflamme ausgesetzt, indem man sie mit einer Zange oder Pincette mit Platinspitzen oder mit einem feinen Platindraht, der an einem Ende zu einem kleinen Öhr umgebogen ist, festhält oder auf ein Stück Holzkohle legt, welche man am Rande mit einem flachen Grübchen zur Aufnahme der Mineralprobe versehen hat. Alle Mineralien, die nun in der Lötrohrflamme oder, wie man sagt, vor dem Lötrohr (v. d. L.) nicht schmelzen, gelten in der Mineralogie als unschmelzbar. So gilt der Quarz als unschmelzbar, obwohl er im Knallgasgebläse (Sauerstoff-Wasserstoffgebläse) mit großer Leichtigkeit schmilzt. Um einen Anhalt für die Bestimmung der Schmelzbarkeit zu haben, hat man, gleich den verschiedenen Härtestufen, verschiedene Stufen oder Grade der Schmelzbarkeit angenommen. Plattner unterscheidet folgende fünf Stufen der Schmelzbarkeit: leicht zur Kugel schmelzend, schwer zur Kugel schmelzend, leicht an den Kanten schmelzbar, schwer an den Kanten schmelzbar, unschmelzbar. Freilich kommt es bei diesen Unterscheidungen ganz wesentlich auch auf die Größe der Probe an. v. Kobell nimmt sieben Stufen der Schmelzbarkeit an, die durch folgende sieben Mineralien bestimmt werden.

1. Sehr leicht schmelzbar. Antimonglanz (schmilzt schon an der bloßen Lichtflamme).
2. Leicht schmelzbar. Natrolith (schmilzt in feineren Splittern noch am unteren hellblauen Saume der bloßen Lichtflamme).
3. Ziemlich schwer schmelzbar. Almandin oder edler Granat (schmilzt selbst in feinen Splittern nicht mehr in der bloßen Lichtflamme,

aber schmilzt auch in groben Splittern vor dem Lötrohr zu einer Kugel).

4. Schwer schmelzbar. Strahlstein (schmilzt v. d. L. am Ende feiner Splitter zu einem runden Köpfchen).
5. Sehr schwer schmelzbar. Orthoklas (schmilzt v. d. L. an den Kanten und in feiner Spitze noch deutlich).
6. Nur an den Kanten schmelzbar. Bronzit (zeigt v. d. Lötrohr in feinen Splittern noch Spuren der Schmelzung [Abrundung]).
7. Unschmelzbar. Quarz (für sich, d. h. ohne Zusatz, unschmelzbar).

Der Gebrauch dieser Stufenleiter setzt voraus, daß man einen Splitter der Probe zugleich mit dem Splitter eines der genannten Mineralien mit der Zange faßt und der Flamme aussetzt.

Viele Mineralien zeigen beim Erhitzen und Schmelzen oft ein eigentümliches Verhalten. So zerspringen oder zerknistern manche, wie der Schwerspat, Kalkspat, Flußspat; manche schmelzen unter Aufschäumen, wie die Zeolithe; manche blähen sich auf und bilden blumenkohlähnliche Massen, welche dann manchmal nicht weiter schmelzbar sind, wie der Epidot.

Manche Mineralien werden beim Schmelzen nicht wesentlich verändert, wie geschmolzener Augit, der wieder zu Augit erstarrt; geschmolzenes Steinsalz giebt wieder Steinsalz. Andere sind nach dem Schmelzen wesentlich verändert, indem sie in der Hitze meist einzelne Bestandteile verlieren, wie die Zeolithe ihr Wasser, manche Schwefelerze einen Schwefel. Manche Kryställe erstarren nach dem Schmelzen, ohne daß sie an Masse verlieren, zu amorphen Massen, wie z. B. Realgar, Granat, Vesuvian. Granat und Vesuvian verlieren dabei bedeutend an Eigengewicht, denn bei dem Vesuvian z. B. sinkt dasselbe von 3,4 vor dem Erstarren auf 2,9 nach dem Erstarren. Manche Mineralien erstarren nach dem Schmelzen in anderer Kryställform; so erstarrt geschmolzene Hornblende ohne Änderung ihrer chemischen Zusammensetzung in der Kryställform des Augit.

Die festen Mineralien, welche sich unverändert verflüchtigen lassen, wie der Schwefel, geben einen Dampf, der beim Abkühlen dieselbe Masse in Form von Pulver oder von kleinen Kryställchen absetzt. Dieser Vorgang wird Sublimation genannt, und man sagt vom Schwefel, er lasse sich sublimieren.

9. Elektrische und magnetische Eigenschaften.

Es war schon im Altertum bekannt, daß der Bernstein durch Reiben elektrisch wird, d. h. die Fähigkeit erhält, leichte Körperchen, z. B.

feine Papierschnitzel, kleine Korkstückchen, anzuziehen und hierauf wieder abzustoßen. Im Jahre 1600 zeigte Gilbert, Leibarzt der Königin Elisabeth von England, daß auch andere Körper, Schwefel, Glas, Harz, Siegellack durch Reiben elektrisch werden. Jetzt wissen wir, daß alle festen Körper, also auch alle Mineralien, in geringerem oder stärkerem Grade durch Reiben elektrisch werden. Zur Wahrnehmung des elektrischen Zustandes bedient man sich der elektrischen Nadel. Das ist eine Metallnadel, die in zwei kleine hohle Kugeln endigt und (nach Art der Magnetnadel) mit einem Carneolhütchen auf einer feinen Stahlspitze ruht. Eine geringe elektrische Kraft reicht schon hin, die Nadel in Bewegung zu setzen.

Zum Verständnis der an der Nadel sich äußernden elektrischen Erscheinungen mögen folgende Bemerkungen dienen. Von einer geriebenen Siegellackstange werden die beiden Kugeln der Nadel angezogen; ebenso von einer geriebenen Glasstange. Aber nachdem die Nadel eine kurze Zeit von der Siegellackstange festgehalten wurde, wird sie abgestoßen; sie ist nun, wie man sagt, mit der Elektricität der Siegellackstange, der sogenannten Harzelektricität, geladen worden. Von einer geriebenen Siegellackstange wird nun die Nadel immerfort abgestoßen, dagegen von der geriebenen Glasstange noch immer angezogen. Ladet man die Nadel mit der Elektricität des geriebenen Glases, mit Glaselektricität, so stößt hierauf die geriebene Glasstange die Nadel ab, die geriebene Siegellackstange aber zieht sie an. Harzelektricität und Glaselektricität oder, wie man die beiden Elektricitäten (elektrischen Zustände) gewöhnlich nennt, negative und positive Elektricität verhalten sich also einander entgegengesetzt.

Wenn sich die Nadel im natürlichen Zustande befindet, d. h. noch keinerlei Elektricität empfangen hat, so werden die beiden Kugeln von jedem elektrischen Körper angezogen. Ist sie aber mit einer der beiden Elektricitäten geladen, so werden die Kugeln von allen Körpern, welche keine oder die der Nadel entgegengesetzte Elektricität besitzen, angezogen, von allen Körpern, welchen gleiche Elektricität eigen ist, aber abgestoßen. Die gleichartigen Elektricitäten stoßen also einander ab, die ungleichartigen ziehen einander an.

Wenn man einen Metallstab, den man in der Hand hält, gleich einer Glas- oder Siegellackstange reibt, so wird er nicht elektrisch, da die Metalle in diesem Falle die Elektricität nicht behalten, sondern fortleiten. Man nennt die Metalle und alle sich ähnlich verhaltenden Körper gute Leiter oder kurz Leiter der Elektricität. Diejenigen Körper, welche die Fähigkeit, die in ihnen erregte (oder ihnen mitgeteilte) Elektricität fort-

uleiten, nicht oder nur in geringem Grade haben, wie Glas und Siegel-
ck, heißen schlechte Leiter oder Nichtleiter. Die Leiter können in den
lektrischen Zustand versetzt werden, wenn man sie vorher isoliert, d. h. mit
nem Nichtleiter in Verbindung bringt, der die Elektricität in ihnen zu-
ückhält. Diesen Zweck erfüllt ein gläserner Handgriff an einem Metall-
ab, das Carneolhütchen an der elektrischen Nadel. Zu den Leitern ge-
ören außer den Metallen die Schwefelerze, zu den Nichtleitern außer
chwefel und Bernstein im allgemeinen die Steine und Salze.

Die Art der Elektricität, welche in den Mineralien durch Reiben
regt wird, hängt von mancherlei zufälligen Umständen ab, und nicht
loß verschiedenartige Reibzeuge, sondern auch der größere oder geringere
rad der Durchsichtigkeit, des Glanzes, der Glätte kann bei ein und
emselben Mineral Veranlassung zur Erregung entgegengesetzter Elektri-
tät geben. So werden z. B. die meisten Edelsteine positiv oder negativ
ektrisch, je nachdem ihre Oberfläche glatt oder rauh ist.

Aber nicht nur durch Reiben, auch durch Schaben, Spalten, Zer-
rechen und Zerreißen werden manche Mineralien elektrisch. Werden
lätter von Gips oder Glimmer abgespalten, so zeigt sich die eine
läche positiv, die andere negativ elektrisch. Auch durch Druck werden
anche Mineralien elektrisch, wie der Aragonit, der Flußspat, Quarz,
opas; am stärksten aber der durch seine doppelte Strahlenbrechung aus-
zeichnete wasserhelle Kalkspat, dessen Spaltungsstücke schon durch einen
wachen Druck zwischen den Fingern eine sehr merkliche und stets posi-
ve Elektricität entwickeln. Turmalinkrystalle geben nach den Versuchen
n J. und P. Curie bei der Pressung an den beiden Enden ver-
iedene Elektricitäten.

Endlich werden die Krystalle vieler Mineralien auch durch Erwär-
ung oder Abkühlung, also durch Temperaturänderung elektrisch; so
e Krystalle des Axinit, Prehnit, Turmalin, Galmei (Kieselgalmei),
opas, Kalkspat, Beryll, Schwerspat, Gips, Diopsid, Feldspat, Fluß-
at, Diamant, Granat. Am bekanntesten ist das Verhalten des Tur-
alins. Wenn man einen durchsichtigen oder halbdurchsichtigen Krystall
eses Minerals, der bei sich gleichbleibender Temperatur unelektrisch ist,
wärmt, so wird er an dem einen Ende positiv, an dem anderen nega-
elektrisch. Tritt ein Umschlag der Temperatur ein, so verschwindet
r einen Augenblick alle Elektricität, beim Abkühlen aber werden wieder
ide Enden elektrisch, doch zeigt jedes Ende die Elektricität, die der
im Erwärmen an demselben auftretenden entgegengesetzt ist.

Die ausführlichen und mühevollen Untersuchungen des Professors

Hankel in Leipzig haben gezeigt, daß an den Kryſtallen durch Temperaturwechſel ganz allgemein beide Elektricitäten entſtehen, die auf der Oberfläche oft mannigfaltig verteilt ſind, jedoch immer ſo, daß gleiche Flächen, Kanten und Ecken ein gleiches Verhalten darbieten, daß alſo die elektriſche Erregung genau der Symmetrie des Kryſtalles folgt. So wird der monokliniſche Gipskryſtall (Taf. 15, Fig. 1) auf der Längsfläche negativ, während die anderen Flächen poſitiv werden. Der rhombiſche Aragonit (Taf. 15, Fig. 1) wird auf der Längsfläche negativ, auf der vorderen Kante des aufrechten Prisma poſitiv. Der tetragonale Veſuvian wird auf der Endfläche poſitiv, auf den Säulenflächen negativ. Daß die hemimorphen Kryſtalle des Turmalin und des Kieſelgalmeis an den Enden entgegengeſetzte Elektricität zeigen, iſt bereits erwähnt worden*).

Das Magneteiſenerz, und zwar beſonders ſolches, das in einer beginnenden Zerſetzung begriffen iſt, hat die Eigenſchaft, Eiſenfeilſpäne anzuziehen und feſtzuhalten. Nähert man ein ſolches Stück einer Magnetnadel, ſo zieht es den einen Pol derſelben an, den anderen ſtößt es ab, es verhält ſich alſo genau ſo, wie ein Magnet; man ſagt, das Magneteiſen ſei polariſch-magnetiſch. Kein anderes Mineral zeigt dieſe Eigenſchaft in ſolchem Grade; einen ſchwachen polaren Magnetismus läßt aber auch manches Platin und mancher Magnetkies erkennen.

---

*) Eine elektriſche Nadel kann man ſich nach F. Senft auf folgende Weiſe leicht ſelbſt herſtellen. Man tropft ein erbſengroßes Stückchen Harz oder auch Siegellack auf eine Glastafel, ſo daß es eine Halbkugel bildet. Alsdann ſpießt man zwei gleich große und gleich ſchwere Stecknadeln mit ihren heißgemachten Spitzen ſo in die Harzhalbkugel, daß ſie ſich wagerecht und genau gegenüberſtehen. Iſt dieſes geſchehen, ſo drückt man auch noch vorübergehend eine Stecknadel mit ihrem heißgemachten Kopfe in die untere ebene Fläche der Harzhalbkugel, ſo daß in derſelben eine glatte Vertiefung entſteht. Die ſo hergeſtellte Vorrichtung legt man endlich mit ihrer Vertiefung auf die Spitze einer vielleicht auf Wachs befeſtigten, ſenkrecht ſtehenden Nadel.

Will man nun mittels dieſer Vorrichtung ein Mineral auf ſeine Elektricität prüfen, ſo hält man das Mineral, nachdem man es mit einem ſeidenen oder wollenen Tuche gerieben, gedrückt oder auf einer heißgemachten Steinplatte erwärmt hat, ſchnell in die Nähe des Kopfes von einer der beiden, in der Harzkugel wagerecht ſteckenden Nadeln. Wird derſelbe von dem Minerale angezogen, ſo iſt dasſelbe elektriſch. Hierbei kann man nun zugleich auch beobachten, ob dasſelbe poſitiv oder negativ elektriſch iſt; denn wenn man gleich nach dem Minerale eine geriebene und hierdurch negativ elektriſch gewordene Siegellackſtange an die mit der Mineralelektricität geladene Nadel bringt, ſo wird dieſe letztere ſich vom Siegellack fortbewegen, wenn das Mineral auch negativ elektriſch iſt, dagegen vom Siegellack angezogen werden, wenn das Mineral poſitiv elektriſch iſt.

Einige Mineralien wirken auf beide Pole der Magnetnadel anhend, und von einem kräftigen Magnet werden sie angezogen; sie verlten sich also wie Eisen. Solche Mineralien heißen einfach-magnesch; sie zeigen einfachen Magnetismus. Die Einwirkung ist am stärksten Meteoreisen, deutlich erkennbar am gewöhnlichen Magneteisenerz und Magnetkies, schwieriger erkennbar am Eisenglanz und Roteisenerz.

Einige Mineralien zeigen erst nach dem Glühen oder Schmelzen e Einwirkung auf die Magnetnadel, wie z. B. der Augit, der einfach gnetisch wird. Man kann sich daher in manchen Fällen auch der agnetnadel zur Bestimmung der Mineralien bedienen, und da die higkeit der Mineralien, auf die Magnetnadel einzuwirken, immer in em Gehalte von Eisen ihren Grund hat, so ist diese Fähigkeit inson von einigem Wert, als sie uns über die Anwesenheit dieses Metalls skunft giebt.

Bisweilen wirken selbst Gesteine, in welchen, wie im Basalt und rpentin, Magneteisenerz in erheblicher Menge vorhanden ist, auf die agnetnadel, und zwar auch schon in größerer Entfernung. Auch macht an einzelnen Gesteinsblöcken oder an ganzen Bergen, wie z. B. am rpentin des Peterlesteins bei Kupferberg in Bayern, ein polarer agnetismus bemerkbar, indem zwei oder mehrere Pole durch die agnetnadel zu erkennen sind.

Daß zwischen den Polen eines sehr kräftigen Elektromagneten schließ alle Körper, also auch alle Mineralien, magnetisch werden, indem einen vom Magnet angezogen, die anderen abgestoßen werden, mag erwähnt sein.

Eine wichtige Anwendung findet der Magnetismus bei der Trenng der Bestandteile von Mineralgemengen. Schon seit langer Zeit ient man sich eines gewöhnlichen Hufeisenmagnetes, um gediegenes en aus dem Pulver der Meteoriten oder um Magneteisenerz oder agnetkies aus dem Pulver der Gesteine herauszuziehen. Durch den ktromagneten vermag man sogar eisenhaltige Mineralien, wie Augit Olivin, von eisenfreien Mineralien, wie den Feldspaten, zu trennen.

Verhalten gegen den Geruch, Geschmack und das Gefühl.

Die große Mehrzahl der Mineralien ist ohne besonderen Geruch. nige wenige hauchen jedoch schon an und für sich einen eigentümlichen ruch aus, wie der Schwefel, der Asphalt. Bei anderen spürt man en solchen Geruch erst, wenn sie gerieben oder mit dem Hammer geagen werden, wie z. B. der Eisenkies, das gediegene Arsen, der Stink-

kalk, der Quarz, der Bernstein. Noch andere Mineralien zeigen einen bestimmten Geruch, wenn sie angehaucht oder angefeuchtet werden. Bekannt ist in dieser Beziehung der erdige („dumpf-ammoniakalische") Geruch des Thones und der Thonmineralien, der „bitterliche" Geruch mancher Hornblende.

Einen Geschmack haben nur mehrere im Wasser (und im Speichel) lösliche Mineralien, und für diese bildet er auch ein gutes Erkennungsmerkmal. So schmeckt Steinsalz rein salzig, Alaun süßlich zusammenziehend, Salpeter kühlend salzig, Bittersalz salzig bitter, Soda laugenhaft (brennend scharf), Salmiak stechend salzig. Kupfervitriol, Eisenvitriol und Zinkvitriol haben einen widerlichen, zusammenziehenden (tintenartigen) Geschmack.

Manche Mineralien lassen, wenn man mit den Fingerspitzen über ihre Oberfläche fährt — was man aber nie ohne besondere Veranlassung thun sollte — einen eigenen Eindruck auf das Gefühl erkennen. Graphit, Talk, Speckstein fühlen sich fettig oder seifenartig, Thon und Kreide mager, Bimsstein rauh an. Daß sich manche Mineralien (die guten Wärmeleiter) kälter anfühlen als andere (die schlechten Wärmeleiter), und daß deshalb Juweliere Edelsteine durch das Gefühl von Nachahmungen in Glas zu unterscheiden vermögen, ist schon bei dem Verhalten der Mineralien gegen die Wärme erwähnt worden.

III. Chemische Eigenschaften.

Wenn die morphologischen und physikalischen Eigenschaften nicht ausreichen, um ein Mineral zu erkennen und zu bestimmen, so nimmt der Mineraloge seine Zuflucht zu den chemischen Eigenschaften. Gleich den physikalischen Eigenschaften beziehen sich auch diese auf die Masse der Mineralien, unterscheiden sich aber von jenen dadurch, daß sie erst bei einer wesentlichen Veränderung der Mineralmasse hervortreten. Die Spaltbarkeit, die an einem Mineral, z. B. am Kalkspat, ohne wesentliche Veränderung der Masse desselben hervortritt, ist daher keine chemische, sondern eben eine physikalische Eigenschaft, denn die Spaltungsstücke des Kalkspat, und mögen sie auch noch so klein sein, sind immer noch Kalkspat. Wenn aber der Kalkspat infolge von Benetzung mit Schwefelsäure aufbraust (weil seine Kohlensäure entweicht), so ist dieses Aufbrausen eine chemische Eigenschaft, denn dabei wird der Kalkspat in Gips umgewandelt, er erleidet also eine wesentliche Veränderung.

Während die physikalischen Eigenschaften, wie wir gesehen haben,

t der Form der Mineralien vielfach in Zusammenhang stehen, sind die emischen Eigenschaften davon gänzlich unabhängig, und der Unterschied s krystallisierten, krystallinischen und amorphen Zustandes kommt nur ofern in Betracht, als in den frei ausgebildeten Krystallen das eigent- he Wesen der Mineralmasse am reinsten ausgeprägt zu sein pflegt.

Um die chemischen Eigenschaften zu ermitteln, benutzen die Minera- gen vorzugsweise die zersetzende Eigenschaft der Wärme und die auf- ende Wirkung gewisser Säuren. Die Zuziehung der ersteren heißt die ifung der Mineralien *auf trockenem Wege*, die Anwendung der teren die Prüfung *auf nassem Wege*.

Ehe wir etwas näher auf diese beiden Wege der chemischen Unter- hung der Mineralien eingehen, erscheint es notwendig, uns mit der mischen Zusammensetzung der Mineralien, auf welcher ihre chemischen genschaften wesentlich beruhen, etwas vertraut zu machen. Wir werden her in diesem Abschnitt zunächst die chemische Zusammensetzung der Mine- lien, dann ihre Prüfung auf trockenem und nassem Wege behandeln.

1. Chemische Zusammensetzung der Mineralien.

Die Chemie zeigt, daß alle Körper unserer Erde und also auch e Mineralien einfache oder zusammengesetzte Körper sind. Die ein- hen Körper, welche sie *Grundstoffe* oder *Elemente* nennt, sind che Stoffe, die sich weder in andere Stoffe zerlegen lassen, noch aus deren Stoffen zusammengesetzt werden können. Zu ihnen gehören von n Mineralien Gold, Silber, Platin, Quecksilber, Eisen, Kupfer, Blei, ismut, Antimon, Arsen und einige seltene Metalle, welche sich in ge- ngen Mengen in Begleitung des Platin finden, wie Iridium und lladium; ferner Diamant und Graphit, die besondere Zustände des hlenstoffs darstellen, und Schwefel. Außerdem kommen noch Stickstoff d Sauerstoff frei in der Natur vor, da sie die Hauptgemengteile der ft sind, die uns überall umgiebt. Die zahllosen anderen in der Natur kommenden Körper sind also zusammengesetzte Körper oder Verbin- ngen, welche durch Vereinigung zweier oder mehrerer Grundstoffe ent- nden sind. Diejenigen Grundstoffe, die nicht frei in der Natur vor- funden werden, kann man nur künstlich aus ihren Verbindungen ab- eiden, was bei manchen leicht, bei anderen sehr schwierig ist.

Man kennt gegenwärtig gegen 70 chemische Elemente, die man wöhnlich in *Metalle* und *Nichtmetalle* einzuteilen pflegt. Die *etalle* zeichnen sich durch einen eigentümlichen, nach ihnen benannten lanz (Metallglanz), durch Undurchsichtigkeit und als gute Leiter der

Wärme und Elektricität aus, während die Nichtmetalle diese Eigenschaften nicht oder doch nicht in demselben Grade besitzen. Die Metalle werden wieder in leichte und schwere Metalle unterschieden, je nachdem sie über oder unter fünfmal so. schwer sind als Wasser.

Eine Übersicht der wichtigeren Elemente und ihrer auffälligsten Eigenschaften giebt die nachfolgende Zusammenstellung.

A. **Nichtmetalle.**

Sauerstoff. Farb-, geruch- und geschmacklose Luftart, etwas schwerer als die (atmosphärische) Luft, selbst nicht brennbar, unterhält aber das Verbrennen, sowie das Atmen der Menschen und Tiere. Hauptbestandteil der Luft, des Wassers, der meisten Mineralien, aller Pflanzen und Tiere.

Wasserstoff. Farb-, geruch- und geschmacklose Luftart, brennbar, zum Atmen nicht tauglich, der leichteste aller bekannten Körper (14,5 mal so leicht als die Luft). Neben dem Sauerstoff Hauptbestandteil des Wassers, aller Pflanzen und Tiere.

Stickstoff. Farb-, geruch- und geschmacklose Luftart, weder brennbar, noch das Verbrennen unterhaltend, zum Atmen untauglich, ein wenig leichter als die atmosphärische Luft. Bildet mit Sauerstoff die Luft (die aber keine chemische Verbindung, sondern ein Gemenge dieser beiden Elemente ist) und ist ein Hauptbestandteil der Tiere und Pflanzen.

Chlor. Grünlich-gelbe, giftige Luftart von stechendem Geruch und Geschmack, schwerer als die Luft, erregt beim Einatmen Husten und Blutspucken, ist nicht brennbar. Hauptbestandteil des Steinsalzes und der Salzsäure.

Fluor. Ein in seinem chemischen Verhalten dem Chlor ähnliches Element, das bis jetzt im freien Zustande nicht dargestellt werden konnte. Bildet mit Wasserstoff den Fluorwasserstoff oder die Flußsäure und ist ein Hauptbestandteil des Flußspat und Kryolith.

Brom. Dunkelbraun-rote, sehr flüchtige Flüssigkeit von beißendem Geruch, die auf Tiere und Menschen wie Chlor wirkt. Kommt im Meerwasser (besonders im Toten Meer), in vielen Salzquellen und in den Staßfurter Abraumsalzen vor.

Jod. Bildet dunkelgraue, metallglänzende Blättchen von eigentümlichem Geruch und scharfem Geschmack, färbt die Haut braun, und verdampft, wenn es erwärmt wird, mit veilchenblauem Dampf. Kommt im Meerwasser, in Seetieren, Seepflanzen (Tangen) und in vielen Salzquellen vor.

Kohlenstoff. Tritt in drei Zuständen, als Diamant, Graphit und amorphe Kohle auf, ist geruch- und geschmacklos, in allen Lösungsmitteln unlöslich, unschmelzbar, bei gewöhnlicher Temperatur an der Luft unveränderlich, bei Abschluß der Luft feuerbeständig, an der Luft erhitzt zu Kohlensäure verbrennbar. Hauptbestandteil der Pflanzen und Tiere.

Schwefel. Ein fester Körper von gelber Farbe, leicht schmelzbar, verbrennt an der Luft mit blauer Flamme zu schwefeliger Säure. Kommt rein oder gediegen vor, auch Bestandteil vieler Erze und der schwefelsauren Salze.

Phosphor. Farblose oder gelbliche, wachsartige Masse, im Dunkeln leuchtend, leicht schmelzbar (bei 44° C), leicht entzündlich, geht bei Einwirkung des Lichtes und noch schneller beim Erhitzen auf 245° in roten Phosphor über. Bestandteil mehrerer Mineralien (Apatit, Wavellit, Türkis), der Pflanzensamen und Knochen.

Selen. Bildet ein rotes oder schwarzes Pulver und dunkelrote Krystalle. Hat in seinem chemischen Verhalten mit dem Schwefel große Ähnlichkeit, verbrennt mit blauer Flamme und rettigartigem Geruch. Nur in einigen seltenen Mineralien.

Bor. Dunkelgrünlich-braunes Pulver, auch gelbe oder braune durchscheinende Krystalle bildend, welche in der Härte dem Diamant sehr nahe stehen (Bordiamanten). Bestandteile des Borax, Boracit und Sassolin.

Kiesel. Dunkelbraunes Pulver oder stahlgraue glänzende Krystalle. Bildet mit Sauerstoff den Quarz und Opal und ist ein Bestandteil der meisten Steine.

B. Leichte Metalle.

Kalium. Silberweiß, läuft an der Luft rasch an (indem es sich mit dem Sauerstoff der Luft zu Kali verbindet oder oxydiert) und muß daher unter Erdöl aufbewahrt werden, schwimmt auf dem Wasser (Eigengewicht 0,87) und verbrennt mit violetter Flamme. Bestandteil mancher Steine (Feldspate, Glimmer) und Salze.

Natrium. Silberweiß, läuft an feuchter Luft rasch an (indem es sich mit dem Sauerstoff der Luft zu Natron verbindet oder oxydiert) und muß daher unter Erdöl aufbewahrt werden, schwimmt auf dem Wasser (Eigengewicht 0,97) und verbrennt mit gelber Flamme. Bildet mit Chlor das Steinsalz und ist in vielen anderen Mineralien enthalten (Chilesalpeter, Borax, manchen Feldspaten).

Lithium. Silberweiß, läuft an der Luft schnell an und muß wie Kalium und Natrium unter Erdöl aufbewahrt werden. Es ist der leichteste aller festen Körper (Eigengewicht 0,59). Im Lithionglimmer.

Baryum. Gelblich, läuft an der Luft schnell an und verbrennt beim Erhitzen mit glänzendem Licht. Eigengewicht 4. Im Schwerspat, Witherit.

Strontium. Gelb, läuft an der Luft schnell an und verbrennt beim Erhitzen mit glänzendem Licht. Eigengewicht 2,5. Im Strontianit und Cölestin.

Calcium. Hellgelb, hält sich in trockener Luft ziemlich gut, läuft aber in feuchter Luft schnell an, verbrennt beim Erhitzen mit glänzend gelbem Licht. Eigengewicht 1,58. Im Kalkspat, Gips, Apatit, Flußspat u. s. w.

Magnesium. Silberweiß, bleibt in trockener Luft unverändert, in feuchter oberflächlich anlaufend, läßt sich in Form von Band oder Draht leicht entzünden und verbrennt mit glänzend hellem Licht. Eigengewicht 1,7. Im Talk, Speckstein, Serpentin, Meerschaum, Bittersalz u. s. w.

Beryllium. Zinnweiß, an der Luft unveränderlich, sehr dehnbar, in Salzsäure und Kalilauge löslich. Eigengewicht 2. Im Beryll und Chrysoberyll.

Aluminium. Zinnweiß, bei gewöhnlicher Temperatur an der Luft unveränderlich, schmelzbar, gehämmert so hart wie weiches Eisen, sehr dehnbar, in Salzsäure leicht löslich. Eigengewicht 2,7. Nächst Sauerstoff und Kiesel das verbreitetste Element. Im Alaun, Thon und vielen anderen Mineralien (Feldspaten, Glimmer, Zeolithen, Hornblenden, Edelsteinen).

Zirkonium. Bildet schwärzliche Blätter, ist sehr hart und spröde. Eigengewicht 4,15. Im Zirkon.

C. Schwere Metalle.

Titan. Schwarzes Pulver, schwer schmelzbar, verbrennt beim Erhitzen an der Luft. Im Titaneisenerz, Rutil, Anatas.

Wolfram. Stahlgrau, hart, spröde, schmilzt schwerer als Mangan, bleibt an der Luft unverändert, verbrennt aber als Pulver beim Erhitzen, sehr schwer. (Eigengewicht 19,3.) Im Wolframerz.

Molybdän. Fast silberweiß, schwer schmelzbar, spröde, läuft an der Luft allmählich an und verbrennt beim Erhitzen. Eigengewicht 8,6. Im Molybdänglanz und Gelbbleierz.

Chrom. Hellgraues, krystallinisches Pulver, sehr hart (so hart wie Korund), schmilzt schwerer als Platin. Eigengewicht 6,8. Im Chromeisenerz.

Uran. Stahlgrau, sehr schwer (Eigengewicht 18,4) und sehr hart (H = 5—6), erst bei Weißglut schmelzend. Im Uranpecherz.

Mangan. Grauweiß mit rötlichem Schein, sehr spröde, sehr hart (H über 6), läuft an der Luft sehr leicht an (so daß es am besten unter Steinöl aufbewahrt wird), schmilzt bei Weißglut. Eigengewicht 8. Im Weichmanganerz, Manganspat, Graumanganerz, Hartmanganerz, in der Mangamblende.

Arsen. Grauweiß, hart, spröde (verflüchtigt sich bei etwa 200°, ohne zu schmelzen, und bildet einen gelben, stark knoblauchartig riechenden Dampf, in trockener Luft bleibt es ziemlich unverändert, in feuchter Luft bedeckt es sich mit einer grauschwarzen Schicht. Eigengewicht 5,7. Gediegen und im Arsenkies, Rotnickelkies, Glanzkobalt u. s. w.

Antimon. Zinnweiß, blätterig-krystallinisch, spröde, leicht schmelzbar (bei 425°), verflüchtigt sich in starker Rotglut, bei gewöhnlicher Temperatur unveränderlich. Eigengewicht 6,7. Gediegen und im Antimonglanz.

Tellur. Zinnweiß, spröde, leicht schmelzbar (bei 500°), verflüchtigt sich bei höherer Temperatur als goldgelber Dampf und verbrennt an der Luft. Eigengewicht 6,2. Im Schrifttellur und Blättertellur.

Wismut. Rötlich-silberweiß, sehr spröde, blätterig-krystallinisch, sehr leicht schmelzbar (bei 270°), in trockener Luft unveränderlich. Eigengewicht 9,8. Meist gediegen.

Zink. Bläulichweiß, auf dem Bruche blätterig-krystallinisch, härter als Zinn, leicht schmelzbar (bei 430°), verbrennt bei 500° mit grünlicher, hellleuchtender Flamme, bei gewöhnlicher Temperatur ziemlich spröde, bei 150° dehnbar und hämmerbar, bei 205° pulverisierbar, an der Luft schnell anlaufend. Eigengewicht 6,9. Im Galmei, Zinkspat, in der Zinkblende.

Cadmium. Zinnweiß, weich, sehr geschmeidig, kreischt beim Biegen wie Zinn, leicht schmelzbar (bei 320°), wird an der Luft matt und verbrennt beim Erhitzen. Eigengewicht 8,6. In der Zinkblende, im Galmei, im Zinkspat.

Zinn. Fast silberweiß (zinnweiß), krystallinisch, härter als Blei, dehnbar, bei 200° so spröde, daß es sich pulvern läßt, leicht

schmelzbar (bei 235°), an der Luft und im Wasser lange unverändert, kreischt beim Biegen (Zinngeschrei), weil sich die Krystalle an einander reiben. Eigengewicht 7,3. Im Zinnerz.

Blei. Bläulichgrau (bleigrau), auf frischen Schnittflächen stark glänzend, sehr weich (H = 1,5) und dehnbar, leicht schmelzbar (bei 335°), an der Luft schnell anlaufend. Eigengewicht 11,3. Selten gediegen, im Bleiglanz, Weißbleierz, Gelbbleierz, Buntbleierz u. s. w.

Eisen. Fast silberweiß, das härteste aller dehnbaren Metalle (H = 4), schweißbar, sehr schwer schmelzbar, magnetisch, in trockener Luft unveränderlich, in feuchter rostend. Eigengewicht 7,8. Selten gediegen (Meteoreisen), seine Verbindungen mit Sauerstoff (Magneteisenerz, Roteisenerz, Brauneisenerz, Eisenspat) nehmen aber an der Zusammensetzung der festen Erdrinde wesentlichen Anteil.

Kobalt. Stahlgrau, gleicht dem Eisen, ist aber härter als dieses, hämmerbar, zäh, magnetisch, schmilzt leichter als Eisen, verändert sich nicht an der Luft. Eigengewicht 8,6. Im Speiskobalt, Glanzkobalt, in der Kobaltblüte.

Nickel. Fast silberweiß, hart, dehnbar, schweißbar, schmilzt etwas leichter als Eisen und Kobalt, magnetisch, hält sich an der Luft und im Wasser besser als Eisen. Im Rotnickelkies, Weißnickelkies, Nickelarsenkies.

Kupfer. Eigentümlich rot (kupferrot), weicher als Schmiedeeisen, sehr dehnbar, vor dem Schmelzen pulverisierbar, schmilzt schwerer als Silber (bei 1050°), leichter als Gold, überzieht sich in feuchter Luft mit Grünspan. Eigengewicht 8,9. Gediegen und im Kupferkies, Kupferglanz, Rotkupfererz, Malachit, in der Kupferlasur u. s. w.

Quecksilber. Silberweiß, flüssig, erstarrt bei —39,5°, ist dann geschmeidig und weich wie Blei, siedet bei 357°, verflüchtigt sich bei gewöhnlicher Temperatur und sehr merkbar bei 40°. Eigengewicht 13,5. Gediegen und im Zinnober.

Silber. Weiß (silberweiß), von sehr starkem Glanz, sehr geschmeidig und dehnbar, weicher als Kupfer, schmilzt bei 1000°, hält sich an der Luft bei jeder Temperatur unverändert. Eigengewicht 10,5. Gediegen und im Silberglanz, Rotgültigerz, Fahlerz, Bleiglanz u. s. w.

Gold. Gelb (goldgelb, in feiner Verteilung braun), weicher als Silber, ungemein dehnbar, sehr schwer (Eigengewicht 19,4),

schmilzt bei 2000°, bei jeder Temperatur an der Luft unveränderlich, widersteht Säuren und ist nur in Königswasser löslich. Kommt nur gediegen vor.

Platin. Zinnweiß, weicher als Kupfer, sehr dehnbar, sehr schwer (Eigengewicht 21,5), bei Weißglut schweißbar, an der Luft bei jeder Temperatur unveränderlich, schmilzt nur im Knallgasgebläse (bei über 2000°) und ist nur im Königswasser löslich. Kommt nur gediegen vor.

Wie aus der vorstehenden Übersicht hervorgeht, gehören alle Metalle zu den Elementen. Vier Elemente sind luftförmig, der Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, das Chlor und wahrscheinlich auch das Fluor. Nur zwei Elemente sind bei gewöhnlicher Temperatur flüssig, das Brom und das Quecksilber. Alle übrigen Elemente sind fest oder starr. Von den leichten Metallen werden Kalium, Natrium, Lithium als Alkalimetalle, Baryum, Strontium, Calcium und Magnesium als Erdalkalimetalle, Beryllium, Aluminium, Zirkonium als Erdmetalle bezeichnet. Die Verbindungen der Alkalimetalle mit Sauerstoff sind im Wasser leicht löslich, die der Erdalkalimetalle schwer löslich, die der Erdmetalle unlöslich. Von den schweren Metallen sind spröde und schwer schmelzbar Titan, Wolfram, Molybdän, Chrom, Uran, Mangan, spröde und leicht schmelzbar oder verdampfbar Arsen, Antimon, Tellur, Wismut. Dehnbar sind Zink, Cadmium, Zinn, Blei, Eisen, Kobalt, Nickel, Kupfer. Im Gegensatz zu Gold, Silber, Platin, Quecksilber, welche edle Metalle heißen, weil sie sich weder in der Luft, noch im Wasser verändern, werden alle übrigen schweren Metalle unedle Metalle genannt. Antimon und Arsen stehen in ihren chemischen Eigenschaften den Nichtmetallen so nahe, daß sie gewissermaßen einen Übergang zwischen den Metallen und den Nichtmetallen bilden.

Die in der vorstehenden Übersicht wegen ihrer Seltenheit nicht aufgeführten Elemente sind die leichten Metalle Cäsium, Rubidium, Lanthan, Yttrium, Erbium, die schweren Metalle Thorium, Tantal, Niobium, Vanadin, Cer, Thallium, Gallium, Indium, Ruthenium, Palladium, Rhodium, Iridium, Osmium. Die vier letztgenannten sind edle Metalle.

In neuester Zeit sind noch einige andere Elemente, wie Ytterbium, Scandium, Praseodym, Neodym, Idunium, Germanium, Austrium entdeckt worden, deren Eigenschaften aber noch nicht genau festgestellt sind.

Diese verschiedenen Elemente gehen nun unter sich sehr mannigfaltige Verbindungen ein. Um uns über das Wesen einer chemischen

Verbindung einige Klarheit zu verschaffen, wollen wir einen kleinen Versuch anstellen. Wir mengen vier Gewichtsteile (z. B. vier Gramm) Schwefelpulver (Schwefelblumen) mit sieben Gewichtsteilen (sieben Gramm) fein verteiltem Eisen (Eisenfeilspänen) recht innig in einer Reibschale; wir erhalten ein hellgraues Gemenge, das weder Schwefel noch Eisen zu sein scheint. Allein mit Hilfe des Mikroskopes können wir in dem Gemenge die einzelnen gelben Schwefelteilchen deutlich von den dunklen Eisenteilchen unterscheiden. Durch wiederholtes Aufgießen und Abgießen von Wasser können wir die leichteren Schwefelteilchen auch leicht wieder von den schwereren Eisenteilchen, die als Bodensatz zurückbleiben, trennen; dasselbe gelingt mit Hilfe des Magnets, der die Eisenteilchen anzieht. Der Schwefel ist also Schwefel, das Eisen ist Eisen geblieben. Feuchten wir dagegen das innige Gemenge von Eisen und Schwefel etwas mit Wasser an, bringen es in eine Glasröhre und erhitzen letztere an einem Ende, so daß nach und nach das ganze Gemenge von dem erhitzten Ende aus erglüht, so erhalten wir eine schwärzliche Masse, in der weder mit freiem noch mit bewaffnetem Auge die Schwefel- und Eisenteilchen zu erkennen sind, und welche weder die Eigenschaften des Schwefels noch die des Eisens besitzt. Auch kann man die beiden Bestandteile der Masse auf mechanischem Wege nicht mehr von einander trennen. Die schwärzliche Masse bildet eine chemische Verbindung von Schwefel und Eisen, welche als Schwefeleisen bezeichnet wird. Während also die Bestandteile eines Gemenges ihre Eigenschaften beibehalten, sich auch meist noch durch die Sinne wahrnehmen und auf mechanischem Wege von einander trennen lassen, ist dies bei den Bestandteilen einer chemischen Verbindung nicht mehr der Fall. *Eine chemische Verbindung ist vielmehr die Vereinigung zweier oder mehrerer Elemente zu einem neuen Körper, der andere Eigenschaften besitzt als seine Bestandteile.* Um dies in schlagender Weise zu zeigen, brauchen wir nur zum Vergleiche sowohl das ursprüngliche Gemenge, als auch die Verbindung nach einander in etwas Salzsäure zu bringen. Im ersten Falle wird sich eine Luftart entwickeln, die leicht als Wasserstoff erkannt wird, im letzteren dagegen eine Luftart, die sich durch einen sehr unangenehmen fauligen Geruch bemerklich macht; es ist dies der in den sogenannten Schwefelquellen vorkommende Schwefelwasserstoff.

Zwischen einem Gemenge und einer chemischen Verbindung zweier oder mehrerer Elemente besteht aber noch ein weiterer, sehr bedeutsamer Unterschied. Während nämlich die Bestandteile eines Gemenges in allen möglichen Verhältnissen mit einander vermengt werden können, vereinigen

sich die Elemente, wie zahllose sorgfältige Untersuchungen gelehrt haben, nur in ganz bestimmten, unabänderlichen Gewichtsverhältnissen. Schwefel und Eisen verbinden sich eben nur dann zu Schwefeleisen, wenn 4 Gewichtsteile (Gramm) Schwefel mit 7 Gewichtsteilen (Gramm) Eisen, oder, was dasselbe ist, 32 Gewichtsteile Schwefel mit 56 Gewichtsteilen Eisen gemengt werden. Nehmen wir verhältnismäßig mehr Schwefel, so verflüchtigt sich derselbe durch die bei der Vereinigung auftretende Hitze und erscheint als gelber Anflug an den kälteren Stellen der Glasröhre; nehmen wir zu viel Eisen, so bleibt der Überschuß unverbunden mit dem Schwefeleisen gemengt und behält seine Eigenschaften bei. Einer ähnlichen Gesetzmäßigkeit, wie wir sie in der Verbindung von Schwefel und Eisen wahrnehmen, begegnen wir auch in den Verbindungen der anderen Elemente. Im Zinnober, einer chemischen Verbindung von Quecksilber und Schwefel, sind stets 200 Gewichtsteile Quecksilber mit 32 Gewichtsteilen Schwefel verbunden. Das Steinsalz besteht immer aus 23 Gewichtsteilen Natrium und 35 Gewichtsteilen Chlor. Das Wasser ist eine chemische Verbindung von 16 Gewichtsteilen Sauerstoff und 2 Gewichtsteilen Wasserstoff. Wie für die angeführten Elemente, so hat man auch für alle übrigen gewisse Zahlen ermittelt, welche angeben, in welchem Gewichtsverhältnisse sich dieselben mit einander verbinden. Man nennt diese Zahlen Verbindungszahlen oder Verbindungsgewichte.

Die folgende Übersicht enthält die wichtigsten Elemente mit ihren Verbindungsgewichten und ihren chemischen Zeichen. Als Einheit ist den Verbindungszahlen das Verbindungsgewicht des Wasserstoffs zu Grunde gelegt worden, weil der Wasserstoff in allen Verbindungen, die er mit anderen Elementen eingeht, stets in der geringsten Menge vorhanden ist. Die Zeichen, welche die Chemiker den einzelnen Elementen beigelegt haben, bestehen aus den ersten Buchstaben ihrer lateinischen Namen und, wenn Verwechselungen möglich sind, auch noch aus einem anderen Buchstaben.

Aluminium . . .	Al = 27	Eisen (Ferrum) . .	Fe = 56
Antimon (Stibium) .	Sb = 122	Fluor	Fl = 19
Arsen	As = 75	Gold (Aurum) . .	Au = 197
Barium	Ba = 137	Jod	J = 127
Blei (Plumbum). .	Pb = 207	Kalium	K = 39
Bor.	B = 11	Kiesel (Silicium) . .	Si = 28
Brom	Br = 80	Kobalt (Cobaltum) .	Co = 59
Calcium	Ca = 40	Kohlenstoff (Carboneum)	C = 12
Chlor	Cl = 35	Kupfer (Cuprum) .	Cu = 63
Chrom	Cr = 52		

Magnesium . . .	Mg = 24	Schwefel (Sulfur) .	S = 32
Mangan	Mn = 55	Silber (Argentum) .	Ag = 108
Natrium	Na = 23	Stickstoff (Nitrogenium)	N = 14
Nickel	Ni = 58	Strontium	Sr = 87
Phosphor	P = 31	Wasserstoff (Hydrogenium) . . .	H = 1
Platin	Pt = 198	Wismut (Bismutum)	Bi = 210
Quecksilber (Hydrargyrum)	Hg = 200	Zink	Zn = 65
Sauerstoff (Oxygenium)	O = 16	Zinn (Stannum) .	Sn = 118

Die chemischen Zeichen bezeichnen nicht bloß die betreffenden Elemente, sondern zugleich auch ihre Verbindungszahlen. Das Zeichen Fe bedeutet z. B. nicht bloß Eisen, d. h. eine beliebige Gewichtsmenge von Eisen, sondern stets 56 Gewichtsteile Eisen; Hg bedeutet immer 200 Gewichtsteile Quecksilber, und O immer 16 Gewichtsteile Sauerstoff. Dies ist auch der Grund, weshalb in der obigen Übersicht die Zeichen der Elemente mit ihren Verbindungszahlen durch Gleichheitszeichen verbunden worden sind. Sollen die chemischen Zeichen auf eine Verbindung angewendet werden, so braucht man die Zeichen der Elemente, welche Bestandteile der Verbindung sind, nur neben einander zu schreiben. So bedeutet Pb S Schwefelblei oder Bleiglanz, und diese Bezeichnung sagt uns nicht nur, daß der Bleiglanz eine Verbindung von Blei und Schwefel ist, sondern sie giebt uns auch an, wieviel Blei und wieviel Schwefel darin vorhanden ist, wenn wir uns nur erinnern, daß Pb auch 207 und S auch 32 bedeutet. Das chemische Zeichen (die chemische Formel) einer Verbindung drückt also nicht nur deren qualitative Zusammensetzung aus (d. h. welche Bestandteile sie besitzt), sondern auch deren quantitative Zusammensetzung (d. h. wieviel sie von jedem Bestandteile enthält).

Aber die wunderbare Gesetzmäßigkeit der chemischen Verbindungen ist mit dem Gesagten noch nicht erschöpft. Es giebt eine Menge von Fällen, in welchen sich zwei Elemente in mehr als einem Gewichtsverhältnis mit einander verbinden. So bilden z. B. Eisen und Schwefel noch das Mineral Eisenkies; derselbe ist aber vom Schwefeleisen dadurch unterschieden, daß er aus 56 Gewichtsteilen Eisen und 64 Gewichtsteilen Schwefel besteht, also doppelt so viel Schwefel enthält als Schwefeleisen. Die beiden Schwefelmengen, welche sich mit derselben Menge Eisen verbinden, verhalten sich also zu einander wie 1:2. Die Chemiker kennen nicht weniger als fünf verschiedene Verbindungen des Stickstoffs mit dem Sauerstoff, das Stickstoffoxydul, das Stickstoffoxyd, die salpetrige Säure, die Untersalpetersäure und die Salpetersäure. Alle diese Verbindungen

enthalten 2 mal 14 oder 28 Gewichtsteile Stickstoff, aber verschiedene Mengen von Sauerstoff. Während nämlich das Stickstoffoxydul 16 Gewichtsteile Sauerstoff enthält, enthält das Stickstoffoxyd 2 mal 16 oder 32 Gewichtsteile Sauerstoff, die salpetrige Säure 3 mal 16 oder 48 Gewichtsteile Sauerstoff, die Untersalpetersäure 4 mal 16 oder 64 Gewichtsteile Sauerstoff, die Salpetersäure 5 mal 16 oder 80 Gewichtsteile Sauerstoff. Wir sehen, die Sauerstoffmenge nimmt in jeder nachfolgenden sauerstoffreicheren Verbindung nicht allmählich oder unregelmäßig zu, sondern die Gewichtsmenge des in den vier letzten Verbindungen enthaltenen Sauerstoffs beträgt das Doppelte, Dreifache, Vierfache, Fünffache der in der ersten Verbindung vorhandenen. Ähnliche Vorkommnisse wiederholen sich aber bei vielen Verbindungen anderer Elemente, wenn auch nicht in so großer Stufenreihe wie bei dem Stickstoff und Sauerstoff. Man giebt diesen Thatsachen Ausdruck in dem Gesetz: Wenn zwei Elemente mehrere Verbindungen mit einander bilden, so stehen bei gleicher Gewichtsmenge des einen die Gewichtsmengen des anderen in einem einfachen, durch ganze Zahlen ausdrückbaren Verhältnis.

Während Schwefeleisen durch FeS bezeichnet wird, erhält der Eisenkies die Formel FeS_2. Die kleine Zahl hinter dem Zeichen eines Elements deutet an, daß das Verbindungsgewicht desselben mehr als einmal zu nehmen ist. Die chemische Formel für Stickstoffoxydul ist daher N_2O, für Stickstoffoxyd N_2O_2, für salpetrige Säure N_2O_3, für Untersalpetersäure N_2O_4, für Salpetersäure N_2O_5. Die chemische Formel für Wasser H_2O bezeichnet 2 mal 1 Gewichtsteil Wasserstoff und 16 Gewichtsteile Sauerstoff. Will man mehrere, etwa die Verbindungsgewichte einer Verbindung ausdrücken, so setzt man die betreffende Zahl, also die 3 vor das Zeichen der Verbindung, z. B. $3H_2O$. $3H_2O$ bedeutet also 3 Verbindungsgewichte Wasser, d. h. $3 \times 2 \times 1 = 6$ Gewichtsteile Wasserstoff und $3 \times 16 = 48$ Gewichtsteile Sauerstoff. Eine Zahl vor dem Zeichen einer Verbindung bezieht sich also auf alle Elemente derselben.

Noch einer wichtigen Thatsache ist hier Erwähnung zu thun. Wenn man die Gewichtsmenge der an einer Verbindung teilnehmenden Elemente bestimmt, so findet man, daß sowohl bei der Zerlegung der Verbindung, als auch bei der Vereinigung der Elemente zu einer Verbindung kein Gewichtsverlust stattfindet. Das Verbindungsgewicht des Schwefeleisens ist 88, das des Zinnobers 232, das des Eisenkieses 120, das des Steinsalzes 58, das des Wassers 18. Das Verbindungsgewicht einer Verbindung ist also gleich der Summe

der Verbindungsgewichte der in ihr enthaltenen Elemente.

Mit Hilfe der Verbindungszahlen läßt sich nach den bei den Mineralien angegebenen chemischen Formeln der Gehalt der Mineralien an den einzelnen Bestandteilen leicht berechnen. Angenommen, man wolle z. B. die Bestandteile des Eisenkies (FeS_2) in Prozenten angeben. $Fe = 56$, $S_2 = 2 \times 32 = 64$. $FeS_2 = 120$. Sovielmal nun 120 in 100 enthalten ist, so vielmal sind 56 Gewichtsteile Eisen und 64 Gewichtsteile Schwefel in 100 Gewichtsteilen Eisenkies enthalten. $\frac{100}{120} \cdot 56 = 46{,}7$ Prozent Eisen. $\frac{100}{120} \cdot 64$ oder $100 - 46{,}7 = 53{,}3$ Prozent Schwefel. — Wieviel Prozent Kalkerde (Calciumoxyd, CaO) und Schwefelsäure enthält der Anhydrit ($CaSO_4 = CaO.SO_3$)? $CaO = 56$, $SO_3 = 80$. $CaO.SO_3 = 136$. Sovielmal 136 in 100 enthalten ist, so vielmal sind 56 Gewichtsteile Kalkerde und 80 Gewichtsteile Schwefelsäure in 100 Gewichtsteilen Anhydrit enthalten. $\frac{100}{136} \cdot 56 = 41{,}2$ Prozent Kalkerde. $\frac{100}{136} \cdot 80$ oder $100 - 41{,}2 = 58{,}8$ Prozent Schwefelsäure. — Wieviel Prozent Kalkerde, Schwefelsäure und Wasser enthält der Gips ($CaSO_4 + 2H_2O = CaO.SO_3 + 2H_2O$)? $CaO = 56$, $SO_3 = 80$, $2H_2O = 36$. $CaO.SO_3 + 2H_2O = 172$. $\frac{100}{172} \cdot 56 = 32{,}5$ Prozent Kalkerde. $\frac{100}{172} \cdot 80 = 46{,}5$ Prozent Schwefelsäure. $\frac{100}{172} \cdot 36$ oder $100 - 79 = 21$ Prozent Wasser.

Wir haben gesehen, daß sich sehr verschiedene Elemente zu chemischen Verbindungen vereinigen. Es liegt die Frage nahe, ob sich alle Elemente chemisch miteinander verbinden können? Die Erfahrung lehrt uns, daß dieses nicht der Fall ist, und als Grund dieser Erscheinung nimmt man eine besondere Kraft an, welche man chemische Verwandtschaft (Affinität) oder besser chemisches Vereinigungsbestreben genannt hat, und welche zwischen den verschiedenen Elementen verschieden stark ist. Ein solches Vereinigungsbestreben nimmt man zwischen Eisen und Schwefel, Quecksilber und Schwefel, Natrium und Chlor, Wasserstoff und Sauerstoff, nicht aber z. B. zwischen Silber und Eisen an, weil wir zwischen den beiden zuletzt genannten Elementen keine chemische Verbindung kennen. Auch die ungleiche Stärke der chemischen Verwandtschaft hat man vielfach Gelegenheit zu beobachten. Wird z. B. Zinn

der Luft erhitzt, so verbindet es sich mit dem Sauerstoff derselben; n ähnliches Verhalten zeigen Kupfer und Blei. Die Verwandtschaft s Kaliums und Natriums zum Sauerstoff ist so groß, daß sich beide lemente auch bei gewöhnlicher Temperatur sofort an der Luft mit dem auerstoff derselben verbinden. Gold und Silber dagegen verbinden sich eder bei gewöhnlicher Temperatur, noch wenn sie erhitzt werden, mit m Sauerstoff der Luft; sie haben also, wie man sagt, so gut wie ine Verwandtschaft zu dem Sauerstoff. Infolge der verschieden starken eigung der Elemente sich mit einander zu verbinden, treibt oft ein Ele- ent ein anderes aus der Verbindung mit einem dritten heraus, indem sich selbst mit diesem dritten verbindet, also an die Stelle des zweiten itt. So kann man aus dem Zinnober, den wir als eine Verbindung n Quecksilber und Schwefel kennen, leicht das Quecksilber ausscheiden, enn man eine kleine Messerspitze voll Zinnober mit ebenso viel feinem isenpulver in einem engen Probierglăschen in der Spiritusflamme er- tzt. Aus Zinnober oder Schwefel-Quecksilber und Eisen wird Schwefel- isen und Quecksilber entstehen. Da der Schwefel hier gleichsam zwi- hen Eisen und Quecksilber wählt, so hat man eine derartige Äußerung r chemischen Verwandtschaft auch mit dem Namen Wahlverwandt- haft bezeichnet. Taucht man in eine Auflösung von Silber in Salpeter- ure (Höllensteinlösung) ein blankes Kupferstäbchen, so wird das Silber Form einer weißgrauen, schwammigen Masse aus der Lösung aus- schieden, und das Kupfer tritt an seine Stelle, wie dies schon aus dem rbenwechsel der Lösung hervorgeht. Aus salpetersaurem Silber und upfer wird salpetersaures Kupfer und Silber entstehen. Aus diesem eispiel ersehen wir zugleich, daß die chemische Verwandtschaft nicht nur ischen Elementen und Elementen, sondern auch zwischen Elementen und erbindungen und, wie noch hinzugefügt werden mag, auch zwischen Ver- ndungen und Verbindungen wirksam ist.

Unter den Elementen, welche eine starke chemische Verwandtschaft gen die meisten anderen Elemente äußern, steht der Sauerstoff (Oxy- nium) oben an, da er sich außer mit Fluor mit allen anderen Ele- enten (mit Gold und Silber wenigstens auf Umwegen) verbindet. eine Verbindungen mit einem anderen Elemente heißen im allgemeinen xyde. Der Vorgang der Verbindung mit Sauerstoff heißt Oxy- ation, jener der Trennung oder Befreiung vom Sauerstoff Re- uktion (oder Desoxydation). Bildet der Sauerstoff mit ein und emselben Element mehrere Verbindungen, so nennt man die sauerstoff- rmeren Oxydule, Suboxyde, die sauerstoffreichen Oxyde, Super-

oxyde, Hyperoxyde. Ein ähnliches Verhalten wie der Sauerstoff zeigt der Schwefel (Sulfur); seine Verbindungen heißen Sulfide.

Eine Einteilung der chemischen Verbindungen ist noch nicht streng durchführbar, doch lassen sich viele charakteristische Gruppen unterscheiden; die wichtigsten derselben sind die Säuren, Basen und Salze.

Die Säuren, wie die Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure, haben sauren Geschmack; auch besitzen sie die Eigenschaft, die blaue Lackmuslösung, die sogenannte Lackmustinktur*), rot zu färben. Die im Wasser löslichen Basen, wie Kali, Natron haben ebenfalls einen eigentümlichen Geschmack, den man als laugenhaft (alkalisch) bezeichnet, und sie färben die durch Säuren gerötete blaue Lackmustinktur wieder blau.

Versetzt man eine Säure, z. B. Salpetersäure, nach und nach mit einer Base, z. B. mit einer Auflösung von Ätzkali, oder umgekehrt, so kann man es nach und nach dahin bringen, daß die Flüssigkeit die Lackmustinktur nicht mehr verändert, weder rot noch blau färbt. Die Eigenschaften der Säure und Base haben sich gegenseitig aufgehoben (neutralisiert). Läßt man die Flüssigkeit, die eine sehr beträchtliche Temperaturerhöhung erfahren hat, ruhig erkalten, so erfüllt sich dieselbe mit langen, säulenförmigen Krystallen, die wir als Salpeter erkennen. Es hat sich hier durch die Einwirkung der Salpetersäure auf Ätzkali eine Verbindung gebildet, die wir ein Salz, und zwar salpetersaures Kali, nennen, weil es aus Salpetersäure und Kali entstanden ist. Unter Salzen aber verstehen wir Verbindungen der Säuren mit Basen. Die Eigenschaft der Säuren und Basen, mit einander Salze zu bilden, macht den Hauptcharakter derselben aus. Die Chemiker bezeichnen daher auch solche Verbindungen als Säuren und Basen, die weder sauer noch laugenhaft schmecken und Lackmustinktur nicht färben, wenn sie nur salzartige Verbindungen mit einander zu bilden vermögen. So gilt der Quarz (Sand) als eine Säure, als Kieselsäure, das Queckfilberoxyd als eine Base, obwohl beide Körper, weil im Wasser unlöslich, nicht den geringsten Geschmack besitzen. Die Kieselsäure bildet aber z. B. mit dem Kali, das Queckfilberoxyd mit der Salpetersäure ein Salz.

Alle wirklichen Säuren stimmen auch darin überein, daß sie Wasserstoff enthalten. So besteht die Salpetersäure (HNO_3) aus Wasserstoff,

*) Statt der Auflösung von Lackmus, eines auch Flechten dargestellten blauen Farbstoffes, wendet man gewöhnlich Streifen von Filtrierpapier an, die durch Eintauchen in blaue oder durch Säuren (verdünnte Schwefelsäure) gerötete Lackmustinktur gefärbt worden sind, und die man als blaues und rotes Lackmuspapier bezeichnet.

ckstoff und Sauerstoff, die Schwefelsäure (H_2SO_4) aus Wasserstoff, hwefel und Sauerstoff, die Salzsäure (HCl) aus Wasserstoff und Chlor. an kann daher ein Salz auch als eine Verbindung ansehen, die bei enseitiger Einwirkung einer Säure auf eine Base dadurch entsteht, daß Stelle des Wasserstoffs der Säure ein Metall tritt. der vorhin erwähnten Bildung des Salpeters wird der Wasserstoff Salpetersäure durch Kalium ersetzt.

Die Elemente Chlor, Fluor, Brom, Jod verbinden sich mit Wasser- f und bilden mit diesem die sogenannten Wasserstoffsäuren, wie die lzsäure oder Chlorwasserstoffsäure (HCl), die Flußsäure oder Fluorwasser- ffsäure (HFl). Die große Mehrzahl der Säuren enthält aber neben sserstoff auch Sauerstoff, und diese nennt man Sauerstoffsäuren. nche Säuren treten allerdings unter gewissen Bedingungen auch ohne sserstoff auf, ja von einigen ist die vollständige, mit Wasserstoff ver- ne Säure nur in den betreffenden Salzen, aber nicht im freien Zu- de bekannt. Zu den letzteren gehört z. B. die im Kalkstein, Dolomit, gnesit, Strontianit vorkommende Kohlensäure. Denn was im gewöhn- en Leben Kohlensäure genannt wird, ist nicht die wirkliche, sondern die asserfreie" Kohlensäure, das Kohlensäure-Anhydrid, wie die Che- er sich ausdrücken, das nur aus Kohlenstoff und Sauerstoff besteht. Die kliche Kohlensäure besteht aus Wasserstoff, Kohlenstoff und Sauerstoff.

Die Wasserstoffsäuren (Haloidsäuren) bilden mit Basen sogenannte loidsalze. Sie werden in Chloride, Fluoride, Bromide, Jodide eteilt. Beispiele von Haloidsalzen sind das Steinsalz und der Fluß- . Alle übrigen Salze enthalten Sauerstoff und bilden die Sauer- ffsalze. Diese entstehen aus Sauerstoffsäuren bei Einwirkung der- en auf Metalle oder Metalloxyde; es sind die Salze im engeren ne. Sie werden nach der Säure als kohlensaure Salze (Kar- ate), schwefelsaure Salze (Sulfate), phosphorsaure Salze osphate), borsaure Salze (Borate), salpetersaure Salze trate), kieselsaure Salze (Silikate) unterschieden. Die Zahl der der Natur vorkommenden kieselsauren Salze oder Silikate — sie en in der Hauptsache die Klasse der Steine — ist größer als die übrigen Sauerstoffsalze zusammengenommen.

Den Sauerstoffsalzen entsprechen die Schwefelsalze; sie unter- den sich von den ersteren nur dadurch, daß sie statt des Sauerstoffs wefel enthalten. Zu ihnen gehört die Antimonsilberblende oder das kle Rotgültigerz (Ag_3SbS_3) und die Arsensilberblende oder das lichte gültigerz (Ag_3AsS_3).

Manche Salze, welche dieselbe Säure enthalten, vermögen sich mi einander zu Doppelsalzen zu vereinigen. Die Doppelsalze erscheinen im Mineralreich als Verbindungen zweier Sauerstoffsalze (Alaun), oder als Verbindungen von einem Sauerstoffsalz und einem Haloidsalz (Apatit), als Verbindungen von zwei Haloidsalzen (Kryolith) oder als Verbindungen von zwei Schwefelsalzen (Bournonit).

Die am häufigsten vorkommenden Säuren und Basen sind folgende:

A. **Säuren.**

Salpetersäure (Scheidewasser) HNO_3, eine farblose Flüssigkeit von schwachem, eigentümlichem Geruch, welche an der Luft weiße Dämpfe ausstößt. Ihr Anhydrid N_2O_5 bildet farblose Krystalle, die sich nach einiger Zeit unter Explosion zersetzen*).

Schwefelsäure H_2SO_4, eine farblose oder (durch hinein gefallenen verkohlten Staub) mehr oder weniger braun gefärbte geruchlose, ölartige Flüssigkeit (Vitriolöl). Ihr Anhydrid SO_3 bildet eine farblose, krystallinische Masse, die an der Luft dicke weiße Nebel bildet.

Phosphorsäure H_3PO_4 bildet farb- und geruchlose, zerfließliche Krystalle. Die verdünnte Säure ist eine farb- und geruchlose Flüssigkeit. Das Anhydrid P_2O_5 ist eine weiße flockige (schneeähnliche) Masse, die an der Luft begierig Feuchtigkeit anzieht und zu Phosphorsäure wird.

Kohlensäure CO_2 (nur als Anhydrid bekannt), eine farblose Luftart von schwach säuerlichem, prickelndem Geruch und Geschmack, die schwerer ist als die atmosphärische Luft und in welcher brennende Körper erlöschen.

Kieselsäure H_4SiO_3, eine farblose, gallertartige Masse. Ihr Anhydrid SiO_2 kommt in der Natur krystallisiert als Quarz, amorph und wasserhaltig als Opal vor, künstlich dargestellt bildet es ein farb-, geruch- und geschmackloses, sich rauh anfühlendes Pulver.

Borsäure H_3BO_3 kommt in der Natur als Sassolin vor und bildet perlmutterglänzende weiße Blättchen, welche sich seifenartig anfühlen. Ihr Anhydrid B_2O_3 ist eine glasartige Masse.

Arsenige Säure As_2O_3 (nur als Anhydrid bekannt), ein weißes, fast geschmackloses Pulver, das beim Erhitzen unter

*) Unter einem Anhydrid versteht man ein Oxyd, das sich mit Wasser zu einer Säure umsetzt.

höherem Drucke zu einer glasartigen Masse (Arsenglas) schmilzt, die später porzellanartig wird. Heftiges Gift!

Arsensäure H_3AsO_4, ein krystallinisches Pulver von sauermetallischem Geschmack. Das Anhydrid ist eine weiße undurchsichtige Masse.

Chromsäure H_2CrO_4 ist nur in Lösungen bekannt; ihr Anhydrid CrO_3 bildet scharlachrote, fast diamantglänzende Krystallnadeln, die an der Luft zerfließen.

Molybdänsäure H_2MoO_4, eine weiße krystallinische Masse; ihr Anhydrid MoO_3 ist ein krystallinisches, weißes, glänzendes Pulver.

Wolframsäure H_2WO_4, ein gelbes, in Flußsäure lösliches Pulver; ihr Anhydrid WO_3 stellt ebenfalls ein gelbes, aber in Wasser und Säuren unlösliches Pulver dar.

Titansäure TiO_2 kommt in der Natur als Rutil, Anatas und Brookit vor, welche drei Mineralien dieselbe chemische Zusammensetzung, aber verschiedene Krystallform haben.

Salzsäure (Chlorwasserstoffsäure) HCl, ein farbloses, sauer riechendes Gas, das an der Luft stark raucht und mit Wasser die sogenannte flüssige Salzsäure bildet. Die rohe Salzsäure des Handels ist durch aufgelöstes Chloreisen gelb gefärbt.

Flußsäure (Fluorwasserstoffsäure) HFl, ein farbloses, stechend riechendes, sehr gefährliches Gas, das an der Luft stark raucht und mit Wasser die sogenannte flüssige Flußsäure liefert.

3. Basen.

Kali (Kaliumoxyd) K_2O, eine farblose schmelzbare Masse, die sich mit Wasser unter starker Erhitzung zu Kaliumhydroxyd (Ätzkali) KHO vereinigt, das eine farblose krystallinische Masse darstellt, die an der Luft schnell zerfließt und im Wasser gelöst die Kalilauge bildet.

Natron (Natriumoxyd) Na_2O, eine graue schmelzbare Masse, welche sich mit Wasser unter Erhitzung zu Natriumhydroxyd (Ätznatron) NaHO verbindet und eine durchscheinende krystallinische Masse darstellt, die an der Luft zerfließt und im Wasser gelöst die Natronlauge bildet.

Lithion (Lithiumoxyd) Li_2O, eine farblose Masse, die im Wasser Lithiumhydroxyd HLiO bildet, das große Ähnlichkeit mit Na-

triumhydroxyd hat, aber an der Luft nicht zerfließlich und im Wasser weniger löslich ist.

Strontian (Strontianerde, Strontiumoxyd) SrO, eine graue poröse, unschmelzbare, im Wasser lösliche Masse.

Schwererde (Baryterde, Baryumoxyd) BaO, eine grauweiße, sehr schwer schmelzbare Masse, die an der Luft begierig Feuchtigkeit und Kohlensäure anzieht.

Kalkerde (gebrannter Kalk, Calciumoxyd) CaO, eine weißliche, erdige, unschmelzbare Masse, die beim Liegen an der Luft Wasser und Kohlensäure anzieht und zu einem lockeren Pulver zerfällt. Mit Wasser vereinigt sich die Kalkerde unter starker Erhitzung zu Calciumhydroxyd (Ätzkalk, gelöschter Kalk) CaH_2O_2.

Talkerde (Magnesiumoxyd, Magnesia) MgO, ein weißes, lockeres, im Wasser sehr schwer lösliches, unschmelzbares Pulver.

Thonerde (Aluminiumoxyd) Al_2O_3 kommt in der Natur krystallinisch als Korund vor; künstlich dargestellt bildet sie ein weißes Pulver, das nur im Knallgasgebläse schmilzt und dann völlig dem Korund gleicht.

Beryllerde (Beryllium oxyd) BeO, ein weißes, im Wasser unlösliches Pulver.

Zirkonerde (Zirkoniumoxyd) ZrO_2, eine farblose Masse, die beim Erhitzen im Knallgas sehr stark leuchtet.

Uranoxydul UO_2, ein rotbraunes krystallinisches Pulver.

Uranoxyd UO_3, ein rotgelbes oder gelbbraunes Pulver, das Glas grüngelb bis orangegelb färbt.

Manganoxydul MO bildet grüne glänzende Krystalle und schmilzt bei Weißglut.

Manganoxyd Mn_2O_3 kommt als Mineral unter dem Namen Braunit vor, das künstlich dargestellte bildet ein schwarzes Pulver. Manganhydroxyd $Mn_2H_2O_4$ bildet den Manganit.

Eisenoxydul FeO bildet ein sammetschwarzes Pulver, das so begierig Sauerstoff aufnimmt, daß es an der Luft von selbst ins Glühen gerät.

Eisenoxyd Fe_2O_3 kommt als Roteisenerz in der Natur vor, das künstlich dargestellte ist ein rotbraunes Pulver.

Kobaltoxydul CoO, ein luftbeständiges, hellbraunes oder grünlichbraunes Pulver.

Zinkoxyd ZnO, ein weißes Pulver, das durch Erhitzen vorübergehend gelb wird.

Bleioxyd PbO, ein gelbes oder rötliches Pulver, das geschmolzen zu einer schuppig-krystallinischen Masse (Bleiglätte) erstarrt.

Wismutoxyd Bi_2O_3, ein gelbes Pulver, das bei Rotglut zu einer braunen Flüssigkeit schmilzt und zu einer gelben krystallinischen Masse erstarrt.

Kupferoxydul Cu_2O findet sich als Rotkupfererz und Kupferblüte in der Natur, künstlich dargestellt bildet es ein rotes Pulver.

Kupferoxyd CuO, ein schwarzes Pulver, das an der Luft Feuchtigkeit anzieht und Glasflüsse schön grün färbt.

Zinnoxyd SnO_2, kommt krystallisiert in der Natur als Zinnerz vor, künstlich dargestellt bildet es ein weißes, sehr schwer schmelzbares Pulver.

Chromoxyd Cr_2O_3 bildet ein dunkelgrünes, unschmelzbares Pulver oder grünschwarze, glänzende, sehr harte Krystalle.

Antimonoxyd Sb_2O_3, ein weißes schmelzbares und flüchtiges Pulver, das nicht in Wasser (wohl aber in Salzsäure) löslich ist.

Bedeutung des Wassers in den Mineralien. Einige ineralien, wie z. B. das Steinsalz, schließen, wenn sie sich als Kryle aus dem Wasser ausscheiden, in kleinen Hohlräumen geringe Mengen Wasser mechanisch ein. Erwärmt man solche Krystalle, so werden von dem Wasser, das dampfförmig wird, unter knisterndem Geräusch sprengt. Man nennt dieses mechanisch eingeschlossene Wasser Knisterasser (Decrepitationswasser).

Manche andere Mineralien, wie Borax, Soda, Glaubersalz, Bitter-, Alaun, Gips, Kupfervitriol, Eisenvitriol, Zinkvitriol nehmen, wenn sie wässeriger Lösung heraus krystallisieren, eine gewisse, oft sehr bedeue Menge Wasser auf, die zum Bestehen der Krystalle unentbehrlich ist. eses Wasser, welches immer in einem bestimmten chemischen Verhältnis handen ist, wird Krystallwasser genannt. Das Krystallwasser weicht aus manchen Mineralien schon beim Liegen an trockener Luft pfervitriol, Eisenvitriol, Bittersalz), fast immer aber kann es durch wärmen auf 100 bis 240° C ausgetrieben werden, und die Krystalle fallen alsdann zu Pulver. Die wasserfrei gewordenen Mineralien men aber das Wasser unter geeigneten Umständen wieder auf und

kehren dabei in ihren früheren Zustand zurück. So verliert das Bittersalz, wenn es der trockenen Luft ausgesetzt wird, einen großen Teil seines Krystallwassers und verstäubt zuletzt; befeuchtet man jedoch das Pulver, so erhält man wieder Bittersalz. Der Gips verliert durch Erwärmen auf 100 bis 200° C sein Krystallwasser bis auf den vierten Teil, durch Befeuchten entsteht aber wieder Gips. Nur wenn der Gips stärker erhitzt wird, verliert er sein ganzes Wasser, er wird „tot gebrannt", wie man sagt, und dann entsteht beim Befeuchten auch kein Gips mehr, man hat nun Anhydrit vor sich.

Aus manchen Mineralien, wie z. B. aus dem Malachit, entweicht das Wasser, aber auch erst bei sehr hoher Temperatur, nämlich erst in der Glühhitze, und das abgegebene Wasser wird nicht wieder aufgenommen. Das ursprüngliche Mineral ist in diesem Falle auch gänzlich zerstört und unfähig, wieder in den ursprünglichen Zustand zurückzukehren. Man unterscheidet das erst in der Glühhitze entweichende Wasser vom Krystallwasser und nennt es *Konstitutionswasser* (Hydratwasser), auch *chemisch gebundenes* Wasser. Und während man annimmt, daß das Krystallwasser schon fertig gebildet im Mineral enthalten ist, stellt man sich vor, daß das Konstitutionswasser erst in der Glühhitze im Mineral entsteht, und zwar infolge einer inneren Umsetzung, welche in einer wasserstoff- und sauerstoffhaltigen Verbindung erfolgt.

Endlich giebt es auch Mineralien, in welchen Krystallwasser und Konstitutionswasser zugleich angenommen wird, wie im Desmin, aus welchem ein Teil des Wassers unter 100° C, ein anderer Teil aber erst in der Glühhitze entweicht.

In vielen Fällen erscheint es sehr schwierig, durch den Versuch nachzuweisen, ob das beim Glühen erhaltene Wasser als Krystallwasser enthalten war oder aus dem Wasserstoff und Sauerstoff der Verbindung entstanden ist. Nur das Eine steht fest, daß der Wasserstoff, der erst bei der Glühhitze in Form von Wasser fortgeht, chemisch gebunden war; es ist aber nicht sicher, ob das Krystallwasser bei 100° oder bei 120° C vollständig fortgeht. Das Krystallwasser kann verschieden stark gebunden sein, eine Beobachtung, die man schon am Bittersalz und Gips machen kann.

Schöne Versuche über die hier angedeutete Unterscheidung hat man an vielen Zeolithen angestellt. An einem derselben, an dem im triklinischen System krystallisierenden Stilbit, hat man gefunden, daß beim Erwärmen, während das Krystallwasser entweicht, der Achsenwinkel und die Lage der optischen Achsen sich ändern, beim Abkühlen aber unter Wasser-

aufnahme an der Luft das ursprüngliche optische Verhalten wiederkehrt, daß dies jedoch nicht der Fall ist, wenn durch Eintauchen in Öl die Wasseraufnahme gehindert wird (Tschermak).

Übersicht der wichtigeren Mineralien nach ihrer chemischen Zusammensetzung.

I. Elemente.

Gold Au, Silber Ag, Platin Pt, Quecksilber Hg, Eisen Fe, Kupfer Cu, Blei Pb, Wismut Bi, Antimon Sb, Arsen As, Schwefel S, Diamant und Graphit C.

II. Verbindungen.

A. Oxyde.

Rotkupfererz Cu_2O, Korund Al_2O_3, Roteisenerz Fe_2O_3, Quarz SiO_2, Opal SiO_2 und H_2O in schwankendem Verhältnisse, Zirkon $ZrO_2.SiO_2$, Zinnerz SnO_2, Rutil TiO_2, Weichmanganerz MnO_2, Chrysoberyll $BeO.Al_2O_3$, Spinell $MgO.Al_2O_3$, Chromeisenerz $FeO.Cr_2O_3$, Magneteisenerz $FeO.Fe_2O_3$, Sassolin (Borsäure) H_3BO_3, Graumanganerz $Mn_2O_3.H_2O$, Brauneisenerz $2Fe_2O_3.3H_2O$, Nadeleisenerz $Fe_2O_3.H_2O$.

B. Sulfide.

Eisenkies FeS_2, Strahlkies FeS_2, Arsenkies FeAsS, Glanzkobalt CoAsS, Weißnickelkies $NiAs_2$, Magnetkies Fe_7S_8, Bleiglanz PbS, Kupferglanz Cu_2S, Silberglanz Ag_2S, Zinkblende ZnS, Manganblende MnS, Kupferkies $CuFeS_2$, Buntkupferkies Cu_3FeS_3, Zinnober HgS, Molybdänglanz MoS_2, Realgar AsS, Auripigment As_2S_3, Antimonglanz Sb_2S_3.

C. Arsenide.

Speiskobalt CoAs, Weißnickelkies $NiAs_2$, Arsenikalkies $FeAs_2$, Rotnickelkies NiAs.

D. Schwefelsalze.

Antimonsilberblende (dunkles Rotgültigerz) $AgSbS_2 + Ag_2S = Ag_3SbS_3$, Arsensilberblende (lichtes Rotgültigerz) $AgAsS_2 + Ag_2S = Ag_3AsS_3$, Bournonit $CuSbS_2 + PbS = PbCuSbS_3$.

E. Haloidsalze.

Steinsalz NaCl, Flußspat $CaFl_2$, Kryolith $6NaFe.Al_2Fl_6$.

F. Sauerstoffsalze.

1. Salpetersaure Salze, Nitrate.

Salpeter (Kalisalpeter) KNO_3, Natronsalpeter (Chilisalpeter) $NaNO_3$.

2. Borsaure Salze, Borate.
   Borax $Na_2B_4O_7 + 10H_2O$, Boracit $Cl_2Mg_7B_{16}O_{30}$.
3. Kohlensaure Salze, Karbonate.
   Kalkspat $CaCO_3$, Dolomit $CaCO_3 + MgCO_3$, Magnesit (Talkspat) $MgCO_3$, Eisenspat $FeCO_3$, Manganspat MCO_3, Zinkspat $ZnCO_3$, Aragonit $CaCO_3$, Witherit $BaCO_3$, Strontianit $SrCO_3$, Weißbleierz $PbCO_3$, Natron $Na_2CO_3 + 10H_2O$, Malachit $H_2Cu_2CO_5$, Kupferlasur $H_2Cu_3C_2O_8$.
4. Schwefelsaure Salze, Sulfate.
   Anhydrit $CaSO_4$, Schwerspat $BaSO_4$, Cölestin $SrSO_4$, Anglesit $PbSO_4$, Glaubersalz $Na_2SO_4 + 10H_2O$, Gips $CaSO_4 + 2H_2O$, Bittersalz $MgSO_4 + 7H_2O$, Zinkvitriol $ZnSO_4 + 7H_2O$, Eisenvitriol $FeSO_4 + 7H_2O$, Kupfervitriol $CuSO_4 + 5H_2O$, Alaun (Kali-Alaun) $K_2SO_4 . Al_2S_3O_{12} + 24H_2O$.
5. Molybdänsaure Salze, Molybdate.
   Gelbbleierz $PbMoO_4$.
6. Wolframsaure Salze, Wolframiate.
   Wolframerz (Wolfram) $FeWO_4$ und $MnWO_4$.
7. Arsensaure Salze, Arseniate.
   Kobaltblüte $Co_3As_2O_8 + 8H_2O$.
8. Phosphorsaure Salze, Phosphate.
   Blaueisenerz $Fe_3P_2O_8 + 8H_2O$, Türkis $2Al_2O_3 . P_2O_5 . 5H_2O$, Wawellit $3Al_2O_3 . 2P_2O_5 . 12H_2O$, Apatit $3Ca_3P_2O_8 + CaCl_2$ und $3Ca_3P_2O_8 + CaFl_2$, Buntbleierz $3Pb_3P_2O_8 + PbCl_2$.
9. Kieselsaure Salze, Silikate.
   Von den zahlreichen hierher gehörigen Mineralien, deren Zusammensetzung zum Teil sehr mannigfaltig, zuweilen auch, wie bei dem Granat, Augit, der Hornblende, sehr schwankend ist, seien nur die folgenden als Beispiele angeführt: Andalusit $Al_2SiO_5 = Al_2O_3 . SiO_2$, Disthen Al_2SiO_5, Topas $5Al_2SiO_5 + Al_2SiFl_{10}$, Staurolith $FeO . 2Al_2O_3 . 2SiO_2$, Olivin Mg_2SiO_4 und Fl_2SiO_4, Galmei $H_2Zn_2SiO_5$, Kupfergrün $CuSiO_3 . 2H_2O$, Nephelin $3Na_2O . K_2O . 4Al_2O_3 . 9SiO_2$, Glimmer (Kaliglimmer) $K_2O . 2H_2O . 3Al_2O_3 . 6SiO_2$, Talk $H_2O . 3MgO . 4SiO_2 = H_2Mg_3Si_4O_{12}$, Beryll $3BeO . Al_2O_3 . 6SiO_2$, Apophyllit $CaO . SiO_2 . 2H_2O$, Natrolith $2H_2O . Na_2O . Al_2O_3 . 3SiO_2$, Feldspat (Orthoklas) $K_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2 = K_2Al_2Si_6O_{16}$, Kaolin $2H_2O . Al_2O_3 . 2SiO_2$.

G. Kohlenstoffverbindungen.

Hierher gehören die Kohlen und Harze, die aus C, H und O in verschiedenen, mitunter durch eine chemische Formel nicht ausdrückbaren Verhältnissen bestehen.

Mit der chemischen Zusammensetzung der Mineralien stehen zwei für e Beurteilung ihres Wesens äußerst wichtige Erscheinungen in Zusammenng, die Zweigestaltigkeit (Dimorphismus) und die Gleichstaltigkeit (Isomorphismus).

Während in der Regel dieselbe Mineralmasse unter allen Umständen r in Formen krystallisiert, die ein und demselben Krystallsystem anhören und aus derselben Grundform ableitbar sind, treten einige ineralstoffe, Elemente sowohl wie Verbindungen, in zwei verschiedenen rystallsystemen auf. So bildet z. B. der Schwefel monokline Prisen, wenn er aus dem geschmolzenen Zustande herauskrystallisiert, wähnd er, sobald er auf dem Wege der Sublimation entsteht oder durch rdunsten seiner Lösung in Schwefelkohlenstoff erhalten wird, wie der in r Natur vorkommende, in rhombischen Pyramiden auftritt. Ein gleiches rhalten zeigt der Kohlenstoff, der als Diamant reguläre, als Graphit onokline Krystalle bildet, ebenso der kohlensaure Kalk, der als lkspat im hexagonalen, als Aragonit im rhombischen Krystallsystem ystallisiert. Solche Mineralien, welche in zwei verschiedenen Systemen ystallisieren, nennt man zweigestaltig (dimorph). Mit dieser rschiedenheit in der Gestalt ist merkwürdigerweise nicht selten verschiedenes Eigengewicht verbunden, zuweilen hängen aber auch verschiedene andere Eigenschaften damit zusammen, wie man dies am hlenstoff mit größter Deutlichkeit wahrnehmen kann. Als Diamant er äußerst hart (H = 10), durchsichtig, meist farblos, diamantnzend, und 3,5 mal so schwer als Wasser, als Graphit weich = 1), undurchsichtig, schwarz, metallglänzend und 2 mal so schwer Wasser.

Die folgende Zusammenstellung enthält die wichtigsten unter den ineralien vorkommenden Beispiele von Zweigestaltigkeit mit Angabe s eigentümlichen Gewichtes.

Kohlenstoff (C): regulär als Diamant (G = 3,5), monoklin als Graphit (G = 2).

Doppelschwefeleisen (FeS_2): regulär als Eisenkies (G = 5,1), rhombisch als Strahlkies (G = 4,8).

Kieselsäure (SiO_2): hexagonal als Quarz ($G = 2{,}6$), rhombisch als Tridymit ($G = 2{,}3$).

Titansäure (TiO_2): tetragonal als Rutil ($G = 4{,}25$), tetragonal in anderen Formen als Anatas ($G = 3{,}9$), rhombisch als Brookit ($G = 4$).

Kohlensaurer Kalk ($CaCO_3$); hexagonal als Kalkspat ($G = 2{,}7$), rhombisch als Aragonit ($G = 2{,}9$).

Kieselsaure Thonerde (Al_2SiO_5): rhombisch als Andalusit ($G = 3{,}16$), triklinisch als Disthen ($G = 3{,}66$).

Manche Mineralien, welche zweigestaltig (dimorph) vorkommen, finden sich außerdem auch noch amorph, wie die Kieselsäure (SiO_2) als Opal, der kohlensaure Kalk ($CaCO_3$) als Kreide.

Gewissermaßen im Gegensatz zu der Zweigestaltigkeit steht die Gleichgestaltigkeit (Isomorphismus). So bezeichnet man die Erscheinung, daß Mineralien von verschiedener chemischer Zusammensetzung gleiche oder ähnliche Krystallisation zeigen. So krystallisieren z. B. Kalkspat $CaCO_3$, Talkspat $MgCO_3$, Eisenspat $FeCC_3$, Manganspat $MnCO_3$, Zinkspat $ZnCO_3$ im hexagonalen System, und zwar in sehr ähnlichen Rhomboëdern, deren Winkel sich durch ganz kleine Beträge von einander unterscheiden. Bei dem Kalkspat betragen nämlich die Endkanten-Winkel des Grundrhomboëders 105° 5′, bei dem Talkspat 107° 20′, bei dem Eisenspat 107° 0′, bei dem Manganspat 106° 51′, bei dem Zinkspat 107° 40′. Solche Mineralien heißen gleichgestaltig (isomorph).

Die regulären Krystalle erscheinen alle als gleichgestaltig, da bei ihnen vollkommene Übereinstimmung aller Winkel stattfindet. In Wirklichkeit sind es aber bei der mannigfaltigen chemischen Zusammensetzung nur diejenigen, die entweder vollflächig oder in gleicher Weise halbflächig ausgebildet sind, gleiche Spaltbarkeit und gleiche Art der Zwillingsbildung besitzen. Steinsalz und Flußspat können daher nicht als gleichgestaltig gelten. In den übrigen Systemen müssen die gleichgestaltigen Krystalle gleiche oder doch nahezu gleiche Grundgestalten haben, wie dies bei den oben genannten Mineralien, welche eine sogenannte gleichgestaltige (isomorphe) Reihe bilden, der Fall ist. Andere solche Reihen sind:

Im regulären System:

Spinell $MgAl_2O_4$, Magneteisenerz $FeFe_2O_4$, Chromeisenerz $FeCr_2O_4$; Steinsalz $NaCl$, Sylvin KCl, Chlorsilber $AgCl$, Salmiak NH_4Cl; Eisenkies FeS_2, Glanzkobalt $CoS_2 + CAs_2$ (halbflächig).

Im tetragonalen System:

Zinnerz SnO_2, Rutil TiO_2, Zirkon $ZrO_2 + SiO_2$.

Im rhombischen System:

Aragonit $CaCO_3$, Strontianit $SrCO_3$, Witherit $BaCO_3$, Weißbleierz PCO_3 (mit Zwillingsbildung);

Schwerspat $BaSO_4$, Cölestin SrO_4, Bleivitriol $PbSO_4$ (ohne Zwillingsbildung).

Im hexagonalen System:

Apatit $Ca_5P_3O_{12}Cl$ (Chlorapatit) oder $CaP_3O_{12}Fl$ (Fluorapatit), Buntbleierz $Pb_5P_3O_{12}Cl$;

Antimonsilberblende Ag_3SbS_2, Arsensilberblende Ag_3AsS_3 (hexagonal-rhomboëdrisch).

Ein Blick auf die chemische Zusammensetzung der vorstehenden Reihen lehrt, daß die gleichgestaltigen Mineralien ähnliche (analoge) chemische Zusammensetzung haben. Diese chemische Ähnlichkeit gleichgestaltiger Stoffe tritt besonders in zwei Erscheinungen klar hervor, die daher als wichtige Merkmale der Gleichgestaltigkeit gelten; es sind dies die gleichgestaltigen Fortwachsungen und die gleichgestaltigen Mischungen. Erstere bestehen darin, daß ein Krystall der einen Substanz, in die Lösung der anderen gelegt, fähig ist, darin wie in seiner eigenen fortzuwachsen. Ein bekanntes Beispiel hierfür liefert die bereits S. 6 erwähnte Überrindung eines dunkelvioletten oktaëdrischen Krystalls von Chromalaun in einer Lösung des gewöhnlichen farblosen Alauns. Das ursprüngliche Oktaëder vergrößert sich fortwährend, und jede Fläche desselben ist genau parallel der entsprechenden Fläche des Oktaëders der Rinde. Aber auch bei Krystallen natürlich vorkommender Mineralien kommt diese Überwachsung gleichgestaltiger Stoffe vor. So tragen Talkspatkrystalle einen parallelen Überzug von Kalkspat, Bonerdereiche und eisenoxydreiche Epidote, verschieden zusammengesetzte und verschieden gefärbte Turmaline sind in dieser Weise verwachsen.

Befinden sich zwei (oder mehrere) gleichgestaltige Stoffe in ein und derselben Lösung, so liefern sie beim Verdunsten derselben Krystalle, in denen beide Stoffe neben einander enthalten sind, und zwar nicht etwa mechanisch gemengt, sondern vollkommen gleichmäßig (homogen) vereinigt, und die Vereinigung hat schon im kleinsten Massenteilchen stattgefunden. So geben Lösungen von gewöhnlichem Alaun und Chromalaun Krystalle, die gleichmäßig aus beiden Doppelsalzen bestehen und ebenfalls Oktaëder bilden, also vermöge ihrer Form den Bestandteilen gleichgestaltig sind. Aus den Lösungen der beiden gleichgestaltigen Salze Zinkvitriol ($ZnSO_4 + 7H_2O$) und Bittersalz ($MgSO_4 + 7H_2O$) scheiden sich Kry-

ſtalle aus, die beide Salze zugleich enthalten und in der Form denſelben ſehr ähnlich ſind. Man nennt ſolche von verſchiedenen gleichgeſtaltigen Stoffen gleichzeitig gebildete Kryſtalle *gleichgeſtaltige Miſchungen*. Sie kommen unter den Mineralien ſehr häufig vor. Ein naheliegendes Beiſpiel einer ſolchen gleichgeſtaltigen Miſchung iſt der Dolomit, der aus kohlenſaurem Kalk ($CaCO_3$) und kohlenſaurer Talkerde ($MgCO_3$) beſteht und in Rhomboëdern kryſtalliſiert, deren Endkantenwinkel 106° 15′ betragen, alſo zwiſchen den Endkantenwinkeln der Grundrhomboëder des Kalkſpat (105° 5′) und Talkſpat (107° 20′) liegen. Auf den Erzgängen von Freiberg und Schemnitz in Ungarn kommen Dolomite vor, vor, die außer kohlenſaurem Kalk und kohlenſaurer Talkerde noch 5 bis 20 Prozent kohlenſaures Eiſenoxydul ($FeCO_3$) und gewöhnlich auch etwas kohlenſaures Manganoxydul ($MnCO_3$) enthalten und in Rhomboëdern kryſtalliſieren, die dem Rhomboëder des jedesmal vorwaltenden Stoffes in den Winkelverhältniſſen außerordentlich nahe ſtehen. Der Eiſenſpat enthält nicht ſelten mehr oder weniger kohlenſaures Manganoxydul, kohlenſaure Talkerde und kohlenſauren Kalk; der Kalkſpat kohlenſaure Talkerde und kohlenſaures Eiſenoxydul, wohl auch kohlenſaures Manganoxydul und kohlenſaures Zinkoxyd beigemiſcht.

In chemiſcher Beziehung iſt es ſehr merkwürdig, daß ſich die gleichgeſtaltigen Beſtandteile gleichgeſtaltiger Miſchungen in ſehr wechſelnden (alſo nicht beſtimmten) Verhältniſſen vereinigen können, ohne daß dadurch die Kryſtallform und die von dieſer abhängigen phyſikaliſchen Eigenſchaften eine weſentliche Veränderung erleiden. Man ſchließt aus dieſem eigentümlichen Verhalten der gleichgeſtaltigen Stoffe, daß ſich dieſelben in ein und derſelben chemiſchen Verbindung vertreten können und nennt ſie deshalb auch wohl *ſtellvertretende* Beſtandteile.

2. Prüfung der Mineralien auf trockenem Wege.

Zur Prüfung der Mineralien auf trockenem Wege dient vorzugsweiſe das Lötrohr. Über die Einrichtung und den Gebrauch desſelben iſt bereits S. 117 u. 118 das Nötigſte mitgeteilt worden. Hier ſei nur nochmals hervorgehoben, daß von den zu prüfenden Mineralien kleine Stückchen von der Größe eines Hirſekorns oder feine Splitterchen von 1 bis 2 mm Länge vollkommen zur Unterſuchung ausreichen. Neben dem Lötrohr braucht man eine Spirituslampe oder eine Paraffinkerze mit dickem Docht.

Zum Verſtändnis der chemiſchen Wirkungen der Kerzen- oder Spiritusflamme diene Folgendes. Beobachtet man eine ruhig brennende

Kerzenflamme (Taf. 8, Fig. 11), so wird man finden, daß sie aus drei verschiedenen Teilen besteht, einem dunklen, den Docht umgebenden, kegelförmigen Kern (a), einem leuchtenden, den Kern umschließenden Mantel (b) und einem schwach leuchtenden bläulichen Saum (c), der wieder den leuchtenden Mantel umgiebt. In diesen drei Teilen finden verschiedene chemische Vorgänge statt. Das durch die Hitze geschmolzene Fett steigt im Docht in die Höhe und wird durch die Hitze in ähnliche Gase (Kohlenwasserstoffe) zerlegt, wie sie im Leuchtgas enthalten sind. Diese Gase bilden den dunklen Kern, da im Innern der Flamme wegen des mangelnden Sauerstoffes keine Verbrennung stattfindet. In dem leuchtenden Mantel verbrennt wegen des unvollkommenen Zutritts von Sauerstoff vorzugsweise der am leichtesten entzündliche Teil der Gase, der Wasserstoff, zu Wasser, wodurch feinverteilter Kohlenstoff ausgeschieden wird, der durch sein Glühen das Leuchten der Flamme veranlaßt. In dem wenig leuchtenden bläulichen Saume findet infolge der unmittelbaren Berührung mit dem Sauerstoff der Luft die vollständige Verbrennung des festen Kohlenstoffs zu Kohlensäure statt und hier herrscht daher auch die größte Hitze. Von dem Vorhandensein von festem Kohlenstoff im mittleren Teile der Flamme kann man sich leicht überzeugen, wenn man einen kalten Gegenstand (z. B. einen Draht oder eine Messerklinge) quer durch die Flamme hält; der Kohlenstoff wird sich an demselben als Ruß absetzen.

Bläst man mit dem Lötrohr in eine solche Flamme, so wird durch die einströmende Luft eine lebhafte Verbrennung und folglich auch eine größere Hitze erzielt, der dunkle Kern verschwindet, und man erhält eine seitlich gewendete Flamme, an der man nur zwei Teile unterscheiden kann, einen inneren kegelförmigen, bläulichen Teil und eine äußere gelbliche Hülle (Taf. 8, Fig. 12 u. 13). Der innere Teil besteht aus unverbrannten Gasen, die bei völliger Abwesenheit von Sauerstoff und bei der hohen Temperatur der Flamme einer in diesem Teile erhitzten sauerstoffhaltigen Mineralprobe, z. B. einem Metalloxyd, den Sauerstoff entziehen; der innere Teil der Lötrohrflamme wirkt also sauerstoffentziehend oder **reduzierend**, und er wird daher die **Reduktionsflamme** genannt. Die äußere Hülle dagegen ist reich an erhitztem, zur Verbrennung der Gase nicht aufgebrauchtem Sauerstoff, der sich mit der Mineralprobe verbindet; die Hülle der Flamme wirkt also **oxydierend** und heißt deshalb die **Oxydationsflamme**. So kann z. B. ein kleines Stückchen Zinn (zusammengedrücktes Stanniol) an dem äußeren Teile der Flamme leicht in weißes Zinnoxyd verwandelt und in dem

inneren Teile wieder zu einem metallischen Korn reduziert werden. Eine gute Reduktionsflamme erhält man, wenn man die Spitze des Lötrohrs an der Grenze der Flamme etwas über dem Docht ansetzt und dieser einen nicht zu starken Luftstrom zuführt (Taf. 8, Fig. 12). Um Wirkungen mit einer solchen Flamme zu erzielen, muß man dieselbe durch richtiges Blasen längere Zeit ganz unverändert erhalten; auch muß man die Mineralprobe an die heißeste Stelle der Flamme bringen. Da die Probe an der heißesten Stelle am lebhaftesten leuchtet, so braucht man, um diese zu finden, die Probe nur einige Male in der Flamme vorwärts und rückwärts zu bewegen und dort zu belassen, wo sie am lebhaftesten leuchtet. Will man dagegen eine Oxydationsflamme erzeugen, so hält man die Spitze des Lötrohrs unmittelbar über den Docht bis etwa auf ein Drittel in die Flamme hinein und bläst einen kräftigen Luftstrom in dieselbe (Taf. 8, Fig. 13). Da die Oxydation der Mineralprobe nicht durch die Bestandteile der Flamme, sondern durch die Einwirkung des Sauerstoffs der umgebenden Luft auf die glühend heiße Probe zustande kommt, so darf man die Probe nicht tief in das Innere der Flamme, sondern nur an die Spitze derselben bringen.

Als feuerfeste Unterlage für die Mineralprobe dient, wie schon früher erwähnt, Holzkohle, oder die Probe wird mit einer Zange oder Pincette mit Platinspitzen oder mit einem feinen Platindraht, der an einem Ende zu einem kleinen Öhr umgebogen ist, festgehalten. Die Kohle muß gut ausgeglühte Fichtenholzkohle mit engen Jahresringen sein, auch muß man die Stirnseiten der Kohle (die Seiten, auf denen die Jahresringe als Kreise zu sehen sind) und nicht die Längsseiten (die Seiten, auf denen die Jahresringe als gerade Linien hervortreten) als Unterlage benutzen, da erstere am dichtesten sind und weniger leicht ausbrennen*). Daß man die Kohle nahe am Rande mit einer flachen Grube zur Aufnahme der Probe zu versehen hat, ist ebenfalls schon früher bemerkt worden.

Wenn Mineralien beim Erhitzen zerspringen oder zerknistern (dekrepitieren), so müssen Proben derselben zuerst in einem Glaskölbchen (d. i. in einer an einem Ende zugeschmolzenen Glasröhre) über der Spiritusflamme erhitzt werden, bis diese zu gröblichem Pulver zerfallen sind; hierauf werden sie fein gepulvert mit einem Tropfen Wasser zu

*) Nach F. Senft erhält man eine sehr gute Unterlage, wenn man aus fein gepulverter Lindenkohle und Zucker (in gleichen Teilen) mit Tragantschleim einen starken Teig (Räucherkerzenteig) knetet und aus demselben 5 cm lange, 1,2 cm breite und 0,6 cm dicke rechteckige Stücke oder kleine flache Näpfchen verfertigt und diese in einer warmen Ofenröhre gut austrocknen läßt.

inem Teige angemacht und auf die Kohle gestrichen und erhitzt; man rhält dann eine zusammenhängende Masse, die nicht mehr zerspringt.

Oft erhitzt man die Mineralprobe im Glaskölbchen, um zu sehen, b sich nicht ein in derselben enthaltener Stoff auch ohne Zutritt der uft verflüchtigt und an den kühleren Wänden des Kölbchens niederschlägt. ierbei entweicht das vorhandene Wasser wasserhaltiger Mineralien und tzt sich am Halse des Glaskölbchens als feiner Hauch oder in Form on Tröpfchen wieder ab; flüchtige Säuren, wie arsenige Säure, Kohlenäure entweichen, und röten ein in die Mündung gehaltenes Streifchen on angefeuchtetem blauen Lackmuspapier; viele schwefelhaltige Mineralien eben einen gelben, arsenhaltige einen schwarzen Beschlag, Antimon- und ellur-Verbindungen geben einen weißen Rauch.

Zuweilen wird ein beiderseits offenes Glasrohr benutzt, um zu hen, ob etwa beim Zutritt der Luft flüchtige Oxyde oder Säuren ent=ehen. Auf diese Weise erkennt man die meisten Schwefelverbindungen urch den stechenden Geruch nach schwefeliger Säure (die auch blaues ackmuspapier rötet), Selenverbindungen am Geruch nach faulem Rettig, rsenverbindungen am Knoblauchgeruch. Antimon-, Arsen- und Tellurerbindungen, auch Bleiglanz bilden einen weißen Anflug.

Beim Erhitzen der Mineralprobe auf der Kohle in der äußeren der Oxydations-Flamme bedecken sich die unedlen Metalle, wie Eisen, upfer, mit einer für sie charakteristischen Oxydrinde, ohne sich zu verüchtigen, oder die Metalle schmelzen, verflüchtigen sich und setzen sich ann auf der Kohle in größerer oder geringerer Entfernung wieder ab. o setzt sich Quecksilber als reines Metall wieder ab, andere Metalle eschlagen die Kohle als Oxyde (Blei und Wismut gelb, Zink, Zinn, ntimon und Arsen weiß) oder verflüchtigen sich als Oxyde und färben abei die Flamme, wie Kali, Natron, Lithion, Strontian, Kupferoxyd. chwefel verflüchtigt sich als stechend riechende schwefelige Säure, Arsen eschlägt die Kohle unter Knoblauchgeruch weiß, Selen unter Geruch ach faulem Rettig. — In der inneren oder Reduktions-Flamme unterucht man namentlich die Reduzierbarkeit und Schmelzbarkeit der Mineralroben. So kann man aus Oxyden und auch anderen Verbindungen on Blei, Kupfer, Zinn, Silber, Wismut ein Metallkorn von Blei, upfer, Zinn u. s. w. erhalten. Beim Schmelzen der Probe ist zu beachten, ob die Probe unverändert schmilzt oder ob sie trübe wird, die arbe ändert, sich aufbläht oder Blasen wirft, ob sie, nachdem sie einige eit geschmolzen wurde, unschmelzbar wird, ob sie nach dem Erkalten lar bleibt und wieder in den früheren Zustand übergeht, oder ob und

wie sie sich ändert, ob sie glasartig, porzellanartig (emailartig), schlackig, porös u. s. w. wird. Die Veränderung, welche die geglühte oder geschmolzene Probe erfahren hat, zeigt sich oft auch dadurch, daß dieselbe, auf gerötetes Lackmuspapier gelegt und mit einem Tropfen Wasser befeuchtet, einen blauen Fleck hervorbringt, alkalisch reagiert, wie man sich ausdrückt. Die Eisen- und Nickelerze wirken fast alle nach anhaltendem Glühen oder Schmelzen in der Reduktionsflamme auf die Magnetnadel.

Auch die Färbungen, welche manche Mineralien der Lötrohrflamme erteilen, sind bemerkenswert. So färben bei Erhitzung der Probe in der Spitze der inneren Flamme die äußere Flamme gelb: Natron und dessen Salze; violett: Kali und die meisten seiner Salze; rot: Lithion, Strontian (nach Befeuchten mit Salzsäure); grün: Kupferoxyd, auch Borsäure und borsaure Salze nach dem Befeuchten mit Schwefelsäure; gelblich-grün: Baryt; blau: Arsen, Antimon und Blei.

Die Wichtigkeit der Lötrohrversuche wird durch die Anwendung gewisser Zusätze, mit welchen man die Mineralprobe schmilzt oder erhitzt, noch erhöht. Die wichtigsten dieser Zusätze, von welchen insbesondere diejenigen, welche die Mineralproben zum Schmelzen bringen, Flußmittel oder Zuschläge genannt werden, sind Soda (zweifach-kohlensaures Natron), Borax (zweifach-borsaures Natron), Phosphorsalz (phosphorsaures Natron-Ammoniak) und salpetersaures Kobaltoxydul.

Die Soda dient sowohl zur Erleichterung der Reduktion von Metalloxyden, als auch zur Auflösung vieler Mineralien. Für ersteren Zweck wird die Mineralprobe fein gepulvert, mit der befeuchteten Soda zu einem Teige geknetet, und dieser in der Reduktionsflamme auf der Kohle erhitzt. Häufig zieht sich dabei die Soda mit der Probe in die Kohle. Dann muß man diesen Teil der Kohle mit einem Tropfen Wasser anfeuchten, mittels eines Messers herausschneiden, fein pulvern und das Pulver behutsam so lange schlämmen, bis alles Kohlenpulver fortgespült ist. Enthielt die Probe ein reduzierbares Metall, so besteht der Rückstand entweder aus kleinen Metallblättchen (wenn das Metall ein dehnbares ist) oder aus einem metallischen Pulver (wenn das Metall spröde ist). — Um eine Mineralprobe aufzulösen, vermengt man die Probe desselben mit der 3fachen Menge Soda und erhitzt das Gemenge auf der Kohle. Die Kieselsäure und mehrere Verbindungen der Kieselsäure (Silikate) schmelzen mit Soda unter Aufbrausen zu einem auch nach dem

Erkalten klar bleibenden Glase. Schwefel- und schwefelsäurehaltige Mineralien geben, auf Kohle mit Soda geschmolzen und anhaltend erhitzt, eine gelbliche oder bräunliche Masse (Hepar), welche, auf Silber (z. B. eine blanke Silbermünze) gelegt und mit einem Tropfen Wasser befeuchtet, auf diesem bräunliche oder braun-schwarze Flecke hervorbringt.

Der Borax hat die Eigenschaft, in der Schmelzhitze Metalloxyde aufzulösen und mit denselben charakteristisch gefärbte Verbindungen zu bilden. Er dient daher hauptsächlich zur Erkennung von Metalloxyden. Bei Anwendung desselben bedient man sich in der Regel eines feinen Platindrahtes, der an einem Ende zu einem kleinen, offenen Öhr umgebogen ist. Das glühend gemachte Öhr taucht man in gepulverten, auf einem Glasplättchen befindlichen Borax, so daß eine kleine Menge an dem Öhr hängen bleibt. Diese schmilzt man in der Lötrohrflamme zu einem farblosen Glase, der sogen. Boraxperle. Mit der ein wenig angefeuchteten oder glühend gemachten Boraxperle berührt man die fein gepulverte Mineralprobe, damit einige Körnchen an der Perle haften bleiben*). Nun schmilzt man die Körnchen der Mineralprobe mit der Perle so lange zusammen, bis sich erstere in der Perle ganz aufgelöst haben. Dabei beobachtet man, ob sich die Probe leicht oder schwer löst, ob dies ruhig oder unter Aufbrausen vor sich geht, ob und welche Farbe die Boraxperle erhält, ob die Farbe in der äußeren und inneren Lötrohrflamme dieselbe ist oder nicht, ob sich die Farbe beim Erkalten ändert, ob die Boraxperle beim Erkalten klar bleibt, oder trübe und undurchsichtig wird. So geben alle kobalthaltigen Mineralien der Boraxperle in der äußeren und inneren Lötrohrflamme eine saphirblaue, alle chromhaltigen eine smaragdgrüne Färbung. Alle eisenhaltigen Mineralien erteilen der Boraxperle in der inneren Flamme eine gelbgrüne (bouteillengrüne), in der äußeren Flamme eine dunkelrote Färbung; beide Färbungen erbleichen aber beim Erkalten, bis sie zuletzt ganz verschwinden. Viele Kupferverbindungen geben in der äußeren Flamme eine braune oder grüne Boraxperle, die in der inneren Flamme braun und trübe wird. Die manganhaltigen Mineralien erteilen der Boraxperle in der äußeren Flamme eine violette Farbe, die in der

*) Man hüte sich, zu viel von dem zu untersuchenden Mineral zu der Glasperle hinzuzufügen; man nehme lieber zu wenig und setze nach und nach was hinzu, ein Verfahren, das überhaupt bei allen Lötrohrversuchen anzuraten ist.

inneren Flamme, wenn nur wenig von der Probe eingeschmolzen wurde, ganz weggeblasen werden kann*).

Das Phosphorsalz, bei dessen Anwendung man sich ebenfalls des Platindrahtes bedient, wirkt ganz ähnlich wie der Borax, doch pflegen die Farben der Metalloxyde bei ihm noch bestimmter hervorzutreten**). Auch ist es ein gutes Erkennungsmittel der Kieselsäure und der kieselsauren Verbindungen (der Silikate), da die Kieselsäure in Phosphorsalz nicht löslich ist. Bringt man nämlich ein feines Splitterchen einer kieselsauren Verbindung in die Phosphorsalzperle, so schwimmt dasselbe in der Perle umher, ohne seine Gestalt zu verändern. Untersucht man aber dieses scheinbar ungeschmolzene Splitterchen näher, so bemerkt man, daß es nur noch aus Kieselsäure besteht (ein sogenanntes Kieselskelett darstellt), und daß die vorher mit dieser Säure verbunden gewesenen Basen durch die Phosphorsalzperle abgeschieden worden sind.

Das salpetersaure Kobaltoxydul wird als Lösung, Kobaltlösung genannt, angewendet (1 Teil des Salzes wird in 10 Teilen Wasser gelöst). Die Kobaltlösung dient hauptsächlich zur Erkennung von Thonerde, Talkerde (Magnesia) und Zinkoxyd. Man knetet zu diesem Zwecke die fein gepulverte Mineralprobe mit etwas Wasser zu einem Brei, streicht diesen auf die Kohle und erhitzt denselben schwach, bringt dann mittels eines langausgezogenen Glasröhrchens einen Tropfen Kobaltlösung darauf und erhitzt ihn wieder, bis die Masse durch die äußere Flamme ins Glühen gekommen ist. Die Thonerde und mehrere Verbindungen derselben nehmen dabei eine schöne blaue Färbung an, die Talkerde und mehrere ihrer Verbindungen eine blaß-fleischrote, das Zinkoxyd und viele Zinkverbindungen eine grüne (auch der Zinkbeschlag auf Kohle wird durch Kobaltlösung grün gefärbt).

Die Mineralproben, welche jedoch diese Färbungen zeigen sollen, müssen, für sich geglüht, weiß oder nur wenig gefärbt sein. Übrigens wird auch die Kieselsäure durch Kobaltlösung blau gefärbt, aber schwächer als die Talkerde.

---

*) Mineralproben, welche flüchtige Stoffe, wie Schwefel oder Arsen, enthalten, müssen vor der Prüfung mit Borax oder Phosphorsalz einige Zeit auf Kohle in der äußeren Flamme erhitzt (geröstet) werden.

**) Die Versuche, mit Borax und Phosphorsalz Glasperlen zu bilden, gehören zu den schönsten und lehrreichsten Lötrohrversuchen. Die erhaltenen Glasperlen kann man aufheben und neben den betreffenden Mineralien in die Sammlung legen.

3. Prüfung der Mineralien auf nassem Wege.

Wenn die Versuche mit dem Lötrohr nicht ausreichen, die Bestandteile eines Minerals zu erforschen, so wendet man die Prüfung auf nassem Wege an. Diese besteht darin, daß man die zu untersuchenden Mineralien einem Lösungsmittel aussetzt. Die gewöhnlichsten Lösungsmittel sind Wasser, Salzsäure und Salpetersäure.

Die Zahl der Mineralien, welche im Wasser leicht löslich sind, ist nicht groß; es sind diejenigen, welche auf der Zunge einen Geschmack erregen, wie Steinsalz, Alaun, Salpeter, Glaubersalz, Soda, Salmiak, Borax, Sassolin, Kupfervitriol, Eisenvitriol, Zinkvitriol. Andere Mineralien sind im Wasser nur schwer löslich, wie z. B. der Gips; noch andere sind im Wasser unlöslich*).

Die im Wasser unlöslichen Mineralien prüft man auf ihr Verhalten gegen Säuren. Zu diesem Zwecke müssen die Mineralien meist fein gepulvert werden, auch macht sich oft die Erwärmung des Lösungsmittels, die am besten in einem Probierglächen über der Spiritusflamme vorgenommen wird, notwendig. Für viele Mineralien ist die Salzsäure (Chlorwasserstoffsäure) das zweckmäßigste Lösungsmittel; für die metallischen Verbindungen aber, die sich leichter in Salpetersäure (Scheidewasser) auflösen, wird diese der Salzsäure vorgezogen. Gold und Platin sind nur in Königswasser (einem Gemisch von Salzsäure und Salpetersäure) löslich. Die Schwefelsäure, obwohl die stärkste aller Säuren, wird selener angewendet.

Bei Anwendung von Salzsäure entwickeln manche Mineralien Kohlensäure unter Aufbrausen, und zwar entweder bei gewöhnlicher Temperatur, wie der Kalkspat, oder doch beim Erwärmen, wie der Dolomit, Magnesit; andere entwickeln das stechend riechende Chlor, wie alle Manganerze, noch andere das übelriechende Schwefelwasserstoffgas, welches feuchtes Bleipapier (Filtrierpapier mit einer Lösung von essigsaurem Blei getränkt) bräunlich färbt, wie manche Schwefelerze (z. B. Zinkblende, Antimonglanz).

In Salpetersäure sind viele Elemente, namentlich Metalle und deren Legierungen, sowie Sauerstofferze, wie Magneteisenerz, Rotkupfererz unter Entwickelung von Stickstoffoxyd löslich, das an der Luft rote Dämpfe von Untersalpetersäure bildet.

---

*) In ganz geringen Spuren sind aber wohl die meisten, wenn nicht alle Mineralien, im Wasser löslich.

Manche Mineralien sind in den genannten Säuren nicht vollständig, sondern nur teilweise löslich, indem sie zersetzt werden und einen Rückstand hinterlassen. So hinterlassen die meisten Schwefelerze, wenigstens die arsen- und antimonfreien nach der Zersetzung durch Salpetersäure oft einen klumpigen Körper, der zu schwimmen pflegt und leicht als Schwefel erkannt wird. Die antimonhaltigen Mineralien geben einen weißen Bodensatz von Antimonoxyden. Manche kieselsauren Salze hinterlassen nach der Zersetzung durch Salzsäure die Kieselsäure entweder im pulverigen Zustande, wie der Leucit, Apophyllit, Stilbit, Harmotom, Natrolith, oder im gallertartigen Zustande, wie z. B. der Nephelin, Analzim, das Kieselzinkerz, während die sämtlichen Basen in Lösung gehen.

Endlich giebt es auch Mineralien, die weder im Wasser, noch in Säuren löslich oder zersetzbar sind. Dazu gehören Schwefel, Diamant, Graphit, einige Metalloxyde (Korund, Spinell, Chromeisenerz, Zinnerz, Rutil, Zirkon), Quarz, Opal, Flußspat, Boracit, einige schwefelsaure Salze (Schwerspat, Cölestin, Vitriolbleierz), ganz besonders aber viele kieselsaure Salze (z. B. die meisten Feldspate, Augit, Hornblende, Glimmer, Granat, Turmalin, Topas, Andalusit, Epidot, Vesuvian, Cyanit, Chlorit).

Aber wenn diese Mineralien als in „Säuren unlöslich" bezeichnet werden, so soll damit keineswegs gesagt sein, daß sie überhaupt unlöslich oder unzersetzbar seien, sondern man meint damit nur, daß sie im natürlichen Zustande und in den gewöhnlichen Lösungsmitteln unveränderlich erscheinen. So ist der Quarz in Flußsäure (Fluorwasserstoffsäure), der Opal in Kalilauge (Kalilösung), der Schwefel in Schwefelkohlenstoff löslich. Ebenso können viele Kieselverbindungen dadurch in Salzsäure löslich gemacht (aufgeschlossen) werden, daß man sie mit dem drei- oder vierfachen Gewicht von kohlensaurem Natron oder kohlensaurem Kali zusammenschmilzt.

IV. Vorkommen der Mineralien.

Die Mineralien sind nicht wie die Pflanzen und Tiere an das Klima gebunden, und man kann von keinem Mineral sagen, daß es ein Vaterland habe, wie viele Pflanzen und Tiere. Doch giebt es auch Mineralien, die vorzugsweise nur in gewissen Ländern und Gegenden gefunden werden. Zu diesen gehört z. B. der Kryolith, der nur bei Evigtok am Arksutfjord in Westgrönland und bei Miask am Ural vor-

ommt, und der Natronsalpeter oder Chilisalpeter, der nur in der egenlosen Zone von Peru auftritt. Aber diese beiden Mineralien ommen an ihren Fundorten in ganz erheblicher Menge vor; es giebt iele Mineralien von beschränkter oder spärlicher Verbreitung, die sich n den wenigen Fundorten nur in ganz geringer Menge finden, wie B. der Euklas, ein Mineral, das durch seinen Gehalt an Beryllerde em Beryll nahesteht und bis jetzt nur bei Villarica in Brasilien mit opas im Chloritschiefer, lose im Sand an der Sanarka im Ural, auf eriklin sitzend in den Tauern beobachtet worden ist.

Im Gegensatz zu den eben angeführten Mineralien giebt es andere, e so häufig sind, daß kein bedeutender Teil der festen Erdrinde davon ei ist. Zu diesen allgemein verbreiteten Mineralien gehört vor allen r Quarz, ein Mineral, das sowohl für sich allein als auch in Ge=llschaft mit anderen Mineralien auftritt, häufig dem freien Auge sicht=ar, oft sich auch ganz verbergend. An zweiter Stelle sind die Feld=ate zu nennen, welche in ähnlicher Verbreitung wie der Quarz vor=ommen und in den Thon= und Lehmablagerungen sich gleichfalls ver=rgen. Dem Quarz und den Feldspaten steht der Kalkspat am nächsten, elcher zwar keine so ausgedehnte Verbreitung hat, aber viele Meilen eit allein herrscht und für sich mächtige und ausgedehnte Gebirge bildet. ine sehr ausgedehnte Verbreitung haben auch manche Mineralien, welche feiner Verteilung auftreten, wie der Apatit, der sich selten in großer enge findet, in mikroskopischen Kryställchen und Teilchen aber allent=lben im Gestein angetroffen wird. Ebenso haben die Eisenerze, welche e Gesteine rot (Roteisenerz), braun oder gelb (Brauneisenerz) oder warz (Magneteisenerz) färben, eine sehr große Verbreitung; auch Kohle d Eisenkies finden sich häufig in feiner Verteilung. Zu den stark ver=eiteten Mineralien gehört auch der Glimmer, der Chlorit, der Augit, e Hornblende.

Die Art des Vorkommens der Mineralien ist sehr verschieden. anche Mineralien treten in so großen Massen auf, daß sie Berge und ebirge bilden oder auf große Strecken hin den Boden zusammensetzen er doch einen bedeutenden Teil der Gebirge oder des Bodens aus=achen. Solche Mineralien, welche also wesentlichen Anteil an der Zu=mmensetzung der festen Erdrinde haben, werden als Gesteine (Fels=ten, Gebirgsarten) bezeichnet. Beispiele hierfür sind der Kalkspat, r Gips, der Serpentin, der Kieselschiefer, das Magneteisenerz, das teinsalz.

Andere Mineralien bilden zu zwei oder mehreren miteinander ge=

mengt Gesteine, sie treten als Gemengteile der Gesteine auf. So bilden Feldspat, Quarz und Glimmer den Granit; sie sind also die Gemengteile desselben. Feldspat und Hornblende sind Gemengteile des Syenit, Glimmer und Quarz setzen den Glimmerschiefer zusammen. Diejenigen Mineralien, welche wie die genannten ein Gestein hauptsächlich zusammensetzen und nicht fehlen dürfen, wenn der dafür gewählte Name Geltung haben soll, werden wesentliche oder notwendige Gemengteile genannt. So besteht der Gneiß (wie der Granit) aus Feldspat, Quarz und Glimmer, und diese drei Mineralien sind seine wesentlichen Gemengteile; denn fehlte eines derselben, z. B. der Feldspat, so hätte man nicht mehr Gneiß, sondern Glimmerschiefer vor sich; fehlte der Glimmer, so würde der Gneiß in Granulit, ein Gestein, das wesentlich aus Feldspat und Quarz besteht, übergegangen sein.

Außer den wesentlichen Gemengteilen treten aber häufig noch Mineralien in den Gesteinen auf, die nicht notwendigerweise zu denselben gehören und also auch fehlen können, ohne daß dadurch die Gesteine andere würden. Solche Mineralien bezeichnet man als unwesentliche oder zufällige Gemengteile. So finden wir z. B. in dem eben erwähnten Granulit Körner von rotem Granat in einer fast an Regelmäßigkeit grenzenden Häufigkeit eingesprengt. Im Granit kommt oft Turmalin, im Gneiß und Glimmerschiefer ebenfalls sehr häufig Granat, im Syenit Magneteisenerz, im Basalt, einem schwarzen Gestein von dichtem Gefüge, Olivin als zufälliger Gemengteil vor.

Von der Art und Weise, wie die wesentlichen Gemengteile der Gesteine miteinander verbunden sind, hängt das Gefüge (die Struktur) der Gesteine ab. Dasselbe zeigt im allgemeinen dieselben Formen, die wir an den kristallinischen Mineralien kennen gelernt haben, nur kommen bei den Gesteinen noch einige besondere Formen vor, wie z. B. das Porphyrgefüge, welches darin besteht, daß größere Kristalle oder Körner in einer feinkörnigen oder dichten Grundmasse wie in einem Teige eingebettet liegen. Wie wichtig das Gefüge für die Unterscheidung mancher Gesteine ist, sehen wir z. B. am Granit und Gneiß. Beide Gesteine bestehen aus Feldspat, Quarz und Glimmer, haben also dieselben Gemengteile, aber während der Granit körnig ist, ist der Gneiß schieferig, d. h. seine Bestandteile sind lagenweise angeordnet, Glimmerlagen wechseln mit Feldspat-Quarzlagen.

Mit dem schieferigen Gefüge der Gesteine darf nicht die Schichtung, die viele Gesteine aufweisen, verwechselt werden. Die geschichteten Gesteine sind durch gleichlaufende Fugen in eine mehr oder weniger

große Anzahl von Platten von größerer oder geringerer Dicke (Mächtigkeit) geteilt, die parallel über einander liegen und Schichten heißen. Den Gegensatz zu den geschichteten Gesteinen bilden die massigen Gesteine oder Massengesteine. Sie zeigen keine Gliederung in Schichten, sondern bestehen mehr aus einem Gusse und sind nur von Rissen oder Sprüngen, die als Klüfte bezeichnet werden, durchzogen. Zu ersteren gehören z. B. der Gneiß, Glimmerschiefer, Granulit, Kieselschiefer, zu letzteren der Granit und Syenit.

Auch die Art und Weise, wie die zufälligen Gemengteile in den Gesteinen verteilt sind, ist sehr verschieden. Bald finden sie sich als einzelne größere Krystalle oder Krystallgruppen, wie Granat im Gneiß, Gips im Thon; bald durchziehen sie als kleine Krystalle oder Körner in großer Menge mehr oder weniger gleichmäßig das Gestein, wie Granat den Granulit; bald bilden sie kleinere oder größere Anhäufungen in Gesteinen, sogenannte zufällige Bestandmassen, wie Jaspis, Feuerstein, Gips, Phosphorit, Opal, Eisenkies u. s. w. Zufällige Bestandmassen von gerundeter, kugeliger oder ellipsoidischer Form werden Nester genannt. Ist ein Mineral als eine größere zusammenhängende Masse einem Gestein eingelagert, so daß es von demselben umgeben ist, so sagt man, es bilde eine Lagerstätte. Eine solche Lagerstätte bildet der Feldspat im Granit, der Kryolith im Gneiß. Ist das Mineral, das die Lagerstätte bildet, ein Erz, so heißt dieselbe eine Erzlagerstätte. Nach ihrer Form werden die Lagerstätten als Lager und Stöcke unterschieden. Lager sind wagerecht ausgebreitete plattenförmige Mineralmassen, also Mineralmassen von größerer Länge und Breite bei verhältnismäßig geringer Dicke (Mächtigkeit). Stöcke sind unregelmäßig begrenzte Mineralmassen von annähernd gleichen Ausdehnungen. Ein Mineral, das sowohl Lager als Stöcke bildet, ist z. B. das Steinsalz. Lager von nutzbaren Mineralien werden auch Flötze genannt (Steinkohlenflötze).

Während die Mineralien, welche wesentliche oder zufällige Gemengteile der Gesteine bilden oder in größeren, zusammenhängenden Massen auftreten, im allgemeinen seltener gut auskrystallisiert sind, kommen zahlreiche, schön ausgebildete und auf mannigfache Weise gruppierte Mineralien in den verschiedenen Hohlräumen der Gesteine vor. Die prachtvollen Drusen mit den blinkenden Krystallen, welche unsere Sammlungen zieren, entstammen meist diesen Hohlräumen, die sich durch alle möglichen Vorgänge gebildet haben, und die wir, um sie etwas näher ins Auge zu fassen, als Blasenräume, Höhlen und Spalten oder Klüfte unterscheiden wollen.

Die Blasenräume sind meist kleine, gerundete Hohlräume in solchen Gesteinen, die in schmelzflüssigem Zustande aus dem Innern der Erde nach Art der Lava emporgequollen sind. Sie haben sich in dem noch halb flüssigen Gestein durch Ausdehnung der darin enthaltenen Gase gebildet und bei der vollkommenen Festwerdung des Gesteins erhalten. In ihnen finden wir häufig die verschiedenartigsten Mineralien angesiedelt, wie Quarz, Chalcedon, Carneol, Achat, Amethyst, Grünerde, Kalkspat, verschiedene Zeolithe u. s. w. In den größeren Blasenräumen sind diese Mineralien nicht selten lagenweise übereinander angeordnet, so daß die Wände der Blasenräume oft mit einer Folge von zahlreichen, äußerst dünnen Chalcedonlagen (Achat) bedeckt sind; auf diese folgt krystallisierter Quarz, der seine Krystallspitzen nach innen kehrt, und auf diesen sitzen wieder Krystalle von Kalkspat, Zeolithen u. s. w. Die Ausfüllungen der Blasenräume haben annähernd die Gestalt von Mandeln und werden daher auch Mandeln genannt, während die Hohlräume selbst Mandelräume, und die Gesteine, welche die Mandeln einschließen, Mandelsteine heißen. — Die zelligen Hohlräume im Dolomit enthalten Kalkspat, Talkspat und Braunspat. In gleicher Weise sind auch andere geschlossene Hohlräume in den Gesteinen mit Kalkspat und Zeolithen ausgekleidet. Ja sogar in hohlen Innenräumen von Versteinerungen, z. B. von Ammoniten, finden sich nicht selten Kalkspatkrystalle.

Am häufigsten und mannigfaltigsten treten aber krystallisierte Mineralien in Spalten und Klüften der Gesteine auf. Hier haben sie sich an den Wänden in der Weise angesiedelt, daß sie entweder die ganze Spalte ausfüllen oder zwischen den Wänden noch Hohlräume, Drusenräume genannt, übrig lassen. Diese Drusenräume sind meist der Sitz der schönsten und ausgezeichnetsten Krystalle, deren Spitzen in den leer gebliebenen Raum hineinragen. Kleine ausgefüllte Spalten dieser Art finden sich häufig im Kalkstein; hier sind sie mit Kalkspat erfüllt, im Thonschiefer mit Quarz, in körnigem Gips mit Fasergips, dessen Fasern auf den Spaltenwänden rechtwinklig stehen. Auf den Klüften im Granit und Gneiß der Alpen sind schöne Krystalle von Quarz und Adular sehr häufig.

Sind die mit Mineralien ganz oder zum Teil erfüllten Spalten von etwas größeren Ausdehnungen, so nennt man sie Gänge, und zwar (zum Unterschiede von den äußerlich ganz ebenso beschaffenen und gestalteten Gesteinsgängen) Mineralgänge. Die Mineralgänge stellen mehr oder weniger plattenartige Mineralmassen dar, welche die Gesteine in den verschiedensten Richtungen, meist von unten nach oben, durchsetzen.

Sie bestehen entweder nur aus einem einzigen Mineral, wie z. B. aus Quarz, Kalkspat, Schwerspat, Flußspat, oder, was viel häufiger der Fall ist, aus mehreren Mineralien. Im letzteren Falle sind die einzelnen Mineralien häufig ganz gleichmäßig (symmetrisch) angeordnet, d. h. sie bilden Lagen, welche den Wänden der Spalten parallel laufen und sich von diesen aus nach der Mitte zu in gleicher Weise wiederholen. So besteht z. B. ein Gang bei Freiberg rechts und links aus einer Lage von Quarz, darüber liegt beiderseits eine Lage grüner Flußspat, darauf folgt rechts und links eine Lage von fleischrotem Schwerspat, und in der Mitte stoßen Lagen von weißem Kalkspat zusammen, die in gelbe Drusen ausgehen. Treten unter den Gangmineralien Erze auf, so heißen die betreffenden Gänge Erzgänge oder edle Gänge, während Gänge, die keine metallischen Mineralien enthalten, taube Gänge genannt werden. Die Erzgänge sind von hervorragender praktischer Wichtigkeit, da sie in vielen Gegenden, wie im Erzgebirge, im Harz, bei Przibram in Böhmen, in Ungarn den Gegenstand eines umfangreichen Bergbaues bilden.

Die Höhlen sind ausgedehnte Hohlräume, welche vielfach Erweiterungen von Spalten und Klüften darstellen. Die in ihnen vorkommenden Mineralien bilden entweder deutlich ausgebildete Krystalle oder mehr oder weniger dicke krustenförmige Überzüge von traubiger oder nierenförmiger Oberfläche, oder jene Zapfenformen, welche als Tropfsteine oder Stalaktiten bezeichnet werden. So sind in den Höhlen der Kalksteingebirge stalaktitische Formen des Kalkspats außerordentlich häufig. Seltener sind die Fälle, daß Schwefelerze in ähnlicher Weise zur Ablagerung gelangten, wie dies in den Höhlen des dolomitischen Kalkes am oberen Mississippi in großartiger Weise der Fall ist, an deren Wandungen Eisenkies-, Bleiglanz- und Zinkblendeabsätze „nicht nur als fußdicke Krusten auftreten, sondern auch in linsendicken Lagen mit Kalksinter abwechselnd die regelmäßigsten Stalaktiten bilden, welche dann auf dem Querbruche lauter konzentrische Ringe jener Erze und zwischen diesen solche von Kalksinter zeigen". Ebenfalls verhältnismäßig seltene Erscheinungen sind die von zahlreichen und sehr großen Krystallen, vorzüglich von sehr großen Bergkrystallen ausgekleideten Höhlen im Granit. Solche Höhlen, sogenannte Krystallkeller, finden sich im Granit der Alpen, namentlich in Savoyen und in der Schweiz. Besonders berühmt sind die Krystallhöhlen des Zinkenstockes im Berner Oberland, und jene des Visper Thales und von Naters in Oberwallis, welche Quarzkrystalle im Gewicht von mehreren Zentnern geliefert haben. — Zu den Höhlen, welche ver-

schiedene Mineralien in oft schöner Entwickelung und Mannigfaltigkeit enthalten, gehören auch die durch Bergleute angelegten, aber schon seit langer Zeit wieder verlassenen Stollen, Gruben und abgebauten Erzlagerstätten. So finden sich z. B. in den brüchigen Stollen alter Kupfer- und Kobaltbergwerke die verschiedensten Mineralien oft bunt durcheinander.

Nicht selten kommt es vor, daß Mineralien die Poren und feinsten Zwischenräume eines schon vorhandenen Gesteins ausfüllen oder Schwärme von Einsprenglingen darstellen und so durch ihr Vorkommen auf eine Durchtränkung (Imprägnation) dieses Gesteins hinweisen. Vornehmlich sind es die aus losen Massen hervorgegangenen Gesteine, wie z. B. die Sandsteine, welche solche Bildungen enthalten, indem ihr Bindemittel, insofern es krystallinisch ist, zu den Durchtränkungen gehört. Die gewöhnlichen Durchtränkungsmittel sind Kalkspat und Quarz, die selteneren Gips, Eisenkies, Schwerspat. Im Gneiß und Thonschiefer treten bisweilen zonenförmige Durchtränkungen auf, die aus Eisenkies, Kupferkies, Zinkblende und anderen Schwefelerzen bestehen und der Schichtung folgen. Sie werden Fahlbänder genannt. In Massengesteinen ist die Durchtränkung gewöhnlich mit einer Zersetzung verknüpft. Trachyte z. B., welche durch Zersetzung erdig geworden sind, erscheinen stellenweise mit Opal durchtränkt. In vielen Gesteinen, welche zum Grünstein, Melaphyr, Basalt gehören, ist der bei der Zersetzung entstandene Kalkspat als Durchtränkung gleichförmig verbreitet. Nicht selten gehen die Durchtränkungen von Klüften aus, namentlich wenn solche mit neu angesiedelten Mineralien erfüllt sind. Ein Beispiel hierfür ist die Durchtränkung des Granits mit Quarz in der Höhe der Zinnerzgänge von Altenberg im Erzgebirge.

Ein recht eigentümliches Mineralvorkommen sind die sogenannten Kontaktbildungen, Mineralbildungen, die an vielen Orten an Stellen beobachtet werden, wo massige Gesteine, wie Granit, Syenit an geschichtete Gesteine, namentlich Kalkstein oder Thonschiefer, grenzen. Im Kalkstein treten in solchen Fällen an der Grenze gegen das berührende Massengestein Granat, Vesuvian, Augit, Hornblende, aber auch Spinell, Granit u. s. w. und zwar gewöhnlich in unregelmäßigem Gemenge auf. Im Thonschiefer zeigen sich an den Berührungsstellen öfter Andalusit, Feldspat, Granat, Turmalin als Neubildungen, jedoch nicht in solchen Anhäufungen wie im Kalkstein. Daß alle diese Mineralien ihre Entstehung der Einwirkung des massigen Gesteins auf das geschichtete Gestein verdanken, muß man nach den bisherigen Beobachtungen annehmen, es ist aber noch nicht genügend ermit-

elt, wie man sich diese Einwirkung zu denken hat. Zu den bekannten Kontaktbildungen gehören diejenigen von Predazzo in Südtirol, wo durch Einwirkung des Syenit der Kalkstein in feinkörnigen Marmor verwandelt, und letzterer stellenweise bis auf eine Entfernung von 3 m von Bewian, Granat, Spinell, Glimmer, Magneteisen u. s. w. durchsetzt ist. Ähnliche Kontaktbildungen finden sich am benachbarten Monzoniberg, bei Orawitza im Banat, am Konerudberge südwestlich von Christiania, an mehreren Stellen in den Pyrenäen und an vielen anderen Orten.

Manche Mineralien kommen als Ausblühungen vor, d. h. sie erscheinen als Anhäufungen von feinen Kryställen oder als flockige oder mehlartige Überzüge auf Gesteinen oder auf dem Erdboden. So bildet der Alaun (Kalialaun) Ausblühungen auf eisenkieshaltigem Thonschiefer, der Salpeter tritt als Ausblühung des Bodens in Ungarn (meist in der unmittelbaren Nähe der Dörfer und Bauernhöfe), Aragonien, Ostindien auf, das Steinsalz kommt als Ausblühung des Bodens in den Steppen in der Umgebung des Eltonsees, in der Niederung am Kaspisee, in mehreren Wüsten Afrikas und in vielen Gegenden in Chile vor. Auch die himmelähnlichen Bildungen von Krystallen an feuchten Mauern gehören hierher.

Verschiedene Mineralien finden sich als Sublimationsprodukte (d. h. als Produkte der Erstarrung aus dem dampfförmigen Zustand) in vulkanischen Gegenden, wo sie an den Kraterwänden der Vulkane, auf der Lava, in den Klüften der Lavaströme auftreten. Hierher gehören Steinsalz, das z. B. am Vesuv manchmal so häufig erscheint, daß es als Speisesalz verwendet wird, ferner Salmiak, Schwefel, Realgar, Eisenglanz u. s. w. Realgar, Salmiak und Schwefel kommen übrigens auch als Sublimationsprodukte auf brennenden Halden mancher Steinkohlenwerke vor, z. B. bei Hänichen bei Dresden.

Endlich ist auch noch das Vorkommen von mancherlei Mineralien in losen Mineralmassen, in Sand-, Kies- und Geröllablagerungen, welche Trümmer vorher vorhandener Gesteine darstellen, zu erwähnen. Enthalten solche Ablagerungen nutzbare Mineralien, wie gediegen Gold, Platin, Zinnerz, Edelsteine (Diamant, Korund, Spinell, Topas, Zirkon), die durch Auswaschen (Schlämmen) gewonnen werden können, so heißen diese Ablagerungen Seifen oder Seifenlager. So redet man von den Goldseifen Kaliforniens, den Platinseifen des Ural, den Zinnseifen in Cornwall in England und auf der Insel Banka, den Diamantseifen Brasiliens und Südafrikas.

V. Entstehung und Umwandelung der Mineralien.

Da wir einen Naturkörper erst dann vollständig kennen, wenn wir wissen, wie er geworden ist, so ist die Frage nach der Entstehung der in der Natur vorkommenden Mineralien eine sehr wichtige. Dasselbe gilt von den Veränderungen, welche die Mineralien im Laufe der Zeit in der Natur erfahren. „Der Aufbau und der Zerfall, die Bildung und die Verwandlung zusammengenommen betrachtet, geben erst ein vollständiges Bild von dem Wesen der einzelnen Mineralien und von dem Zusammenhange des ganzen Mineralreichs", sagt Tschermak.

Was nun zunächst die Frage nach der Entstehung der Mineralien betrifft, so ist man der Lösung derselben offenbar näher gerückt, seitdem es gelungen ist, verschiedene Mineralien auf künstlichem Wege darzustellen. Man würde aber sehr irren, wenn man annehmen wollte, daß der Weg, auf welchem man ein solches „künstliches Mineral" im Laboratorium erzeugt hat, auch stets derjenige ist, auf welchem sich das entsprechende Mineral in der Natur gebildet hat, oder umgekehrt, daß ein Mineral, welches man auf eine bestimmte Weise durchaus nicht künstlich nachbilden kann, auch nie in der Natur auf diese Weise entstanden sei. Die Bedingungen, welche bei der Bildung der Mineralien in der Natur obwalteten, lassen sich eben nicht immer künstlich wiederholen. So kann man z. B. Quarz künstlich nicht durch Auskrystallisieren aus einem Schmelzfluß darstellen. Man findet aber denselben häufig als Gemengteil von Gesteinen, welche nach der ganzen Art ihres Vorkommens als erstarrte Laven zu betrachten sind, und daß demnach die Bildung des Quarzes aus einem Schmelzfluß unzweifelhaft ist. Schwerspat kann man künstlich durch Zusammenschmelzen von Chlorbarium und schwefelsaurem Kali herstellen; die Art und Weise des Vorkommens bei dem natürlichen Schwerspat ist aber derart, daß er auf diese Weise in der Natur nicht entstanden sein kann, sondern daß er als Absatz aus wässeriger Lösung anzusehen ist, wie er sich übrigens künstlich ebenfalls herstellen läßt.

Wenn man daher ein richtiges Urteil über die Bildung der Mineralien in der Natur gewinnen will, so darf man nicht allein die chemischen Vorgänge ins Auge fassen, die zur Entstehung der betreffenden Mineralverbindungen führen können, sondern man muß auch das Vorkommen der Mineralien in der Natur, vorzugsweise auch das Nebeneinandervorkommen mit anderen Mineralien, die Afterkrystalle und die Abformungen berücksichtigen. Man darf auch nicht vergessen, daß ein und dasselbe Mineral oft in verschiedener Weise in der Erdkruste vor-

kommt und demgemäß auch in verschiedener Weise entstanden ist. So findet sich der Quarz außer in jenen aus dem Schmelzfluß erstarrten Gesteinen auch auf Druseuräumen mancher Gesteine, wo er sich nur durch Absatz aus wässeriger Lösung gebildet haben kann. Das Eisenoxyd findet sich in rhomboëdrischen Krystallen als Eisenglanz auf Drusen mit Quarz, Adular u. s. w. und hat sich höchst wahrscheinlich direkt aus einer Lösung abgesetzt; in verzerrten, tafelförmigen Krystallen bildet es den Eisenglanz in Spalten der Lava, dessen Bildung vulkanischen Ursprunges ist; als faseriges Roteisenerz ist es durch Wasserverlust aus dem Brauneisenerz hervorgegangen; als dichtes Roteisenerz, das in Formen von Eisenkies auftritt, ist es unzweifelhaft aus jenem Mineral gebildet worden; als dichtes Roteisenerz in Formen von Eisenspat stammt es von letzterem ab; als dichtes Roteisenerz in Formen von Kalkspat, von Ammonitengehäusen u. s. w. ist es ein durch kohlsauren Kalk veranlaßter Niederschlag.

Die drei Hauptwege, auf welchen in der Natur Mineralien entstehen, sind: Ausscheidung aus wässeriger Lösung, Erstarrung aus dem Schmelzfluß, Erstarrung aus dem dampfförmigen Zustand (Sublimation).

Am wichtigsten sind wohl die Ausscheidungen aus wässeriger Lösung, die auf verschiedene Weise stattfinden können. Durch Verdunstung des Lösungsmittels scheidet sich das Steinsalz aus, wie dies z. B. die Salzbildungen in den Salzseen im südlichen Rußland beweisen. An den Rändern und am Boden des Eltonsees, des bedeutendsten unter jenen Seen, bildet sich alljährlich eine Salzschicht, welche Gegenstand einer regelmäßigen Salzgewinnung ist und eine Ausbeute von etwa zwei Millionen Zentnern Salz gewährt. Ein ähnliches Verhalten zeigen die Salzseen an der Westküste des Kaspisees, in der Krim, am Aralsee. In dem Schlamme des Toten Meeres erscheinen Krystalle von Steinsalz und Gips. Die großen Steinsalzmassen, die sich in den Gebirgsschichten eingelagert finden, sind höchst wahrscheinlich alle solche Ausscheidungen aus Lösungen, ebenso wie der häufig die Spalten ausfüllende Fasergips. Die Natronseen, wie der Vansee in Westarmenien, zeigen häufig Absätze von Soda und Glaubersalz. Die Bitterseen in der Nähe des Suezkanals scheiden außer Steinsalz auch Bittersalz aus. Die Boraxseen im westlichen Tibet und in Kalifornien setzen am Boden Krusten von Borax oder im Schlamme große einzelne, schwebend gebildete Boraxkrystalle ab.

Auch durch Temperaturerniedrigung wurde das Wasser häufig veranlaßt, einen Teil der aufgelösten Stoffe abzuscheiden. So scheidet sich

aus den heißen Quellen auf Island und Neuseeland, welche reich an aufgelöster Kieselsäure sind, der größte Teil derselben amorph als Opal aus, weil das erkaltende Wasser die Kieselsäure nicht mehr halten kann, die es bei hoher Temperatur besaß.

Zuweilen wird die Lösung durch die Gegenwart irgend eines Stoffes im Wasser vermittelt. Dies gilt namentlich von der Gegenwart der Kohlensäure. Kalkspat, Magnesit, Eisenspat sind in reinem Wasser außerordentlich schwer löslich, während sie von kohlensäurehaltigem Wasser in erheblichen Mengen aufgenommen werden. Geht die Kohlensäure fort, so scheidet sich kohlensaurer Kalk aus, und zwar bei niederer Temperatur als Kalkspat, bei höherer als Aragonit. Letzteres geschieht in den heißen Quellen von Karlsbad, in denen sich der aus Aragonit bestehende Erbsenstein und Sprudelstein gebildet hat. Verbreiteter aber ist die Ausscheidung von Kalkspat. Das Wasser löst im Kalkgebirge mittels der in ihm aufgelösten Kohlensäure Kalk auf und setzt diesen in Spalten und auf Klüften in deutlich ausgebildeten Krystallen oder krystallinischen Massen nach der Verdunstung jenes Gases ab. In den Kalkhöhlen werden auf diese Weise Krusten und Überzüge gebildet, und durch herabtropfendes Wasser entstehen Tropfsteine. Jeder Tropfen setzt eine kleine Menge von Kalkspat ab, unzählige Tropfen hinterlassen einen hängenden Zapfen (Stalaktiten) oder erbauen am Boden eine emporragende Spitze (Stalagmiten), die sich beide zuweilen zur Säule vereinigen. An Wasserfällen, welche kalkhaltige Tagewässer bilden, auf dem Grunde von Seen, welche durch solche Wässer gespeist werden, an kalkhaltigen Quellen entsteht Kalk in großen Massen als Kalktuff. Die großartigsten Ablagerungen dieser Art sind die Travertinbildungen (wie die Kalktuffbildungen in Italien genannt werden) bei Tivoli unweit Rom, welche der aus der kalkreichen Kette der Apenninen kommende Anio abgelagert hat, und die 100 bis 150 m Mächtigkeit besitzen.

Viele Mineralien und große Massen derselben haben sich offenbar auch durch gegenseitige Zersetzung wässeriger Lösungen ausgeschieden, und zwar an Orten, in welchen von allen Seiten das Wasser zusammenfloß und wo es mehr oder weniger stille stand, also vor allem in den Hohlräumen der Gesteine, auf Klüften und in Spalten, in Blasenräumen. So ist wohl meist die Bildung sehr schwer löslicher Mineralien aufzufassen, wie die des Schwerspats, der Schwefelerze und mancher Mineralien von verwickelter Zusammensetzung, wie mancher Silikate. Die Lösungen, aus welchen derartige Mineralien hervorgingen, haben die dazu nötigen Stoffe sehr häufig den Gesteinsmassen entnommen, welche den Hohl-

raum umgeben, also dem sogenannten Nebengestein. Daß die Gesteine in der That alle die Stoffe enthalten, die in solchen Hohlräumen eine Rolle spielen, haben die Untersuchungen F. Sandbergers gelehrt, der in den Bestandteilen der Gesteine außer den gewöhnlichen und wesentlichen Stoffen, wie Silicium, Aluminium, Calcium, Natrium, Eisen, Mangan auch andere, wie Baryum, Kupfer, Blei, Kobalt, Nickel, Wismut, Silber, Arsen, Antimon, Zink in kleinen Mengen nachwies, die nur als kieselsaure Verbindungen in den betreffenden Gesteinsbestandteilen enthalten sein können. Die Auflösung aller dieser kieselsauren Verbindungen oder Silikate wird dadurch erleichtert, daß kohlensäurehaltige Wässer die Kieselsäure aus ihrer Vereinigung mit jenen Stoffen ausscheiden und an Stelle der kieselsauren Verbindungen sich neue kohlensaure Verbindungen bilden, welche nun mit der ausgeschiedenen Kieselsäure in die Hohlräume gelangen. Endlich können sich auch durch Sauerstoffaufnahme von Schwefelerzen, die im Nebengestein eingesprengt sind, schwefelsaure Metallsalze, wie Eisen-, Kupfer-, Zinkvitriol u. s. w. bilden und, weil außerordentlich leicht löslich, den Hohlräumen zuströmen. Kommt nun z. B. die Lösung von Kupfervitriol oder schwefelsaurem Kupferoxyd mit einer Lösung von kohlensaurem Kalk zusammen, so tauscht ersteres mit dem letzteren die Säure, und es entsteht schwerlöslicher schwefelsaurer Kalk oder Gips und unlösliches kohlensaures Kupferoxyd oder Malachit (oder Kupferlasur). Finden schwefelwasserstoffhaltige Gewässer, welche ihren Gehalt an dieser Schwefelverbindung meist der Zersetzung schwefelsaurer Salze durch faulende organische Stoffe verdanken, Zutritt zu den Metallsalzlösungen, so scheiden sich Schwefelmetalle aus. Der Schwerspat dürfte sich meist aus Lösungen von kohlensaurem Baryt, welche mit schwefelsaure Salze (Kupfervitriol, Eisenvitriol u. s. w.) führenden Gewässern zusammentrafen und die Säuren tauschten, ausgeschieden haben. Das Zusammenvorkommen des Schwerspates mit Eisenspat, Manganspat, Malachit, Eisenglanz, Manganit, Weichmanganerz spricht für diese Entstehungsweise.

Von sehr großem Gewicht für die Entstehungsweise der Mineralien in den Blasenräumen der in Zersetzung begriffenen vulkanischen Gesteine sind die Beobachtungen von Daubrée über die Neubildungen in dem Mauerwerk altrömischer Bäder von Plombières in den Vogesen. Hier haben sich durch die Einwirkung des warmen, vorzüglich silikathaltigen Wassers auf die Ziegelsteine und den Mörtel in den Höhlungen des Mauerwerks Kryſtallgruppen und kryſtalliniſche Haufwerke von Zeolithen, namentlich von Chabasit und Apophyllit, und auch von Aragonit, Kalk-

spat und Flußspat gebildet. Ähnliche Bildungen erfolgten auch im alten römischen Mörtel von Luxeuil und zu Bourbonne-les-Bains; am letzteren Orte haben im moderigen Boden vergrabene römische Medaillen, insbesondere von Bronze, sogar zur Neubildung von krystallisiertem Kupferglanz, Kupferkies, Buntkupferkies, Fahlerz, Bleiglanz und Bleivitriol Veranlassung gegeben.

Die Ausscheidung aus wässeriger Lösung erfolgt aber nicht nur auf rein chemischem, unorganischem Wege, sondern findet häufig auch unter Beihilfe oder Vermittelung organischer Wesen oder organischer Überreste statt. Am großartigsten ist die Abscheidung von kohlensaurem Kalk durch die Lebensthätigkeit der Meerestiere; denn aller aus dem Meere abgelagerter Kalk, also die Hauptmasse des Materials, welches die Kalkgebirge zusammensetzt, ist jedenfalls organischen Ursprunges. Direkt kann sich aus dem Meerwasser kein kohlensaurer Kalk ausscheiden, dazu ist viel zu wenig darin aufgelöst, aber viele Meeresbewohner: die Kalkalgen (Korallenalgen), Wurzelfüßer (Foraminiferen), Korallentiere, Seesterne, Seeigel, Muscheln, Schnecken, Kopffüßer (Cephalopoden) scheiden ihn durch ihre Lebensthätigkeit aus und bilden aus ihm ihre Hartteile, ihre Schalen, Gehäuse, Panzer, Gerüste. Diese häufen sich nach dem Tode der Tiere an und bilden mit der Zeit gewaltige Kalkablagerungen. In diesen sieht man häufig noch die Gehäuse und Schalenreste, teils mit bloßem Auge, teils unter dem Mikroskop, teilweise ist allerdings auch jede Spur des organischen Gefüges durch spätere Umwandlung zerstört worden, so daß man nunmehr rein unorganische Massen vor sich hat. Auch die Kalkausscheidung aus süßem Wasser wird durch Vermittelung organischer Wesen, durch Muscheln und Schnecken, besonders aber durch Pflanzen veranlaßt oder doch vermehrt. Wasserpflanzen, Algen (Characeen), Moose, Riedgräser, Gräser und andere Pflanzen an Quellen und Bächen überziehen sich häufig dadurch, daß sie dem Wasser Kohlensäure, welche sie zu ihrer Ernährung bedürfen, entziehen, mit Kalk und bilden so einen Teil des Kalktuffs. Aber nicht nur kohlensaurer Kalk wird durch Beihilfe von organischen Wesen ausgeschieden. Auch phosphorsaurer Kalk wird nicht selten in der Form von Wirbeltierknochen, welche phosphorsauren und kohlensauren Kalk enthalten, dem Boden einverleibt, wodurch die Veranlassung zur Bildung anderer phosphorsaurer Salze gegeben ist. So haben sich sogar die im Innern von Gebeinen auf Friedhöfen gefundenen Vivianitkrystalle dort ohne Zweifel durch Einwirkung einer Lösung von kohlensaurem Eisenoxydul auf den phosphorsauren Kalk der Knochen angesiedelt.

Die Kieselerde wird im amorphen Zustande im Meere durch viele Schwammtiere (Kieselschwämme) und viele Wurzelfüßer (Radiolarien) abgeschieden, und auf diese Thätigkeit wird die Bildung von Hornsteinbänken und von Feuersteinknollen zurückgeführt. In Sümpfen und auf sumpfigem Boden werden in manchen Gegenden durch Ablagerung der Überreste einer eigentümlichen Abteilung der Algen, der Spaltalgen oder Diatomaceen, welche zierliche Kieselpanzer besitzen, erdige Schichten abgesetzt, die als Polierschiefer, Tripel, Kieselguhr bezeichnet werden.

„Auch die Entstehung von Raseneisenerz, das als ein stark verunreinigtes Brauneisenerz anzusehen ist, rührt nach F. Senft von der chemischen Wirkung der Pflanzen her. Die organischen Säuren, welche von denselben ausgeschieden werden, lösen das dem benachbarten Sande anhaftende Eisenoxyd auf und bilden damit Verbindungen, die schleimige Überzüge darstellen. Der organische Teil der letzteren zersetzt sich allmählich in Kohlensäure und Wasser, das Eisenhydrat bleibt in Schichten zurück."

Die Ablagerung kohliger Pflanzenreste läßt sich in Gegenden, wo die Torfbildung noch fortschreitet, beobachten. Hier werden die Reste von Pflanzen durch Bedeckung mit Wasser vor der raschen Verwesung geschützt, jedoch durch Verlust von Wasserstoff und Sauerstoff, welche in Form von Wasser ausgeschieden werden, in dunkelgefärbte Produkte verwandelt. Daß die Braunkohlen auf ähnliche Weise entstanden sind, wird durch das meistens deutliche pflanzliche Gefüge bewiesen. In den Steinkohlen läßt sich das pflanzliche Gefüge bei gehöriger Vorbereitung durch das Mikroskop erkennen. Ebenso wird der Anthracit von Pflanzenresten abgeleitet.

In eisenvitriolhaltigen Wässern bringen Pflanzenreste häufig einen Niederschlag von Eisenkies hervor. Dadurch wird nicht nur das häufige Vorkommen von Eisenkies in Stein- und Braunkohlen, sondern auch die Erscheinung erklärt, daß in verschiedenen Gesteinen, sobald dieselben organische Reste führen, auch Eisenkies vorkommt.

Bei der Erstarrung aus dem Schmelzfluß scheiden sich verschiedenartige Mineralien aus einer glühend-flüssigen Masse von irgendwelcher Zusammensetzung aus. So scheiden sich aus der geschmolzenen Masse der Laven vor unseren Augen Feldspate oder denselben verwandte Mineralien (Leucit, Nephelin), Augit, Olivin, Hornblende, untergeordnet auch andere Mineralien, wie Apatit und Magneteisenerz aus. Es findet also auch hier eine Ausscheidung von Mineralien aus einer Lösung statt, aber nicht bei gewöhnlicher, sondern bei sehr hoher Temperatur.

Die Lava enthält jedoch auch schon bei ihrem Emportreten fertig gebildete Krystalle. So beobachtet man in der aus Spalten des Vesuvs zähflüssig hervortretenden Lava, die nach Tschermak wie glühender Honig aussieht, unzählige darin schwimmende Leucitkrystalle, welche in der strömenden Lava weiterfließen. Auch in der vulkanischen Asche, welche nichts anderes als durch gewaltige Massen von Wasserdampf zerstäubte Lava ist, finden sich viele lose Krystalle, am Vesuv oft unzählige Leucitkrystalle, am Ätna viele verstreute Krystalle von Augit, Olivin und Labradorit. An solchen Krystallen hängen oft Schlackentropfen. In der erstarrten Lava erscheinen die Krystalle auch oft zerbrochen, und die Bruchstücke sind nicht selten durch die fließende Lava auseinandergeschoben.

Bei genauerer Untersuchung erscheint die erstarrte Lava an der Oberfläche oft glasartig, und in der Glasmasse, welche die vorhin erwähnten Krystalle umschließt, finden sich kleine winzige Krystalle von Feldspaten oder von Leucit, von Augit u. s. w., in den tieferen Lagen dagegen, wo die Erstarrung langsamer vor sich ging, findet sich weniger Glas, aber jene kleinen Krystalle, die hier meist dicker und länger als an der Oberfläche sind, treten in außerordentlicher Menge auf. Man schließt daraus, daß beim Erstarren der Lava um so zahlreichere und größere Krystalle gebildet wurden, je langsamer die Abkühlung vor sich ging. Merkwürdig und von großer Wichtigkeit sind in dieser Beziehung die erfolgreichen Versuche von Fouqué und Lévy. Diese beiden Forscher schmolzen künstliche Gemenge der chemischen Bestandteile verschiedener Mineralien in einem Platintigel zusammen, setzten den Tiegel, sobald sich die Masse im Schmelzfluß befand, 48 Stunden lang einer dem Schmelzfluß nahekommenden Temperatur aus und ließen dann ohne weitere Vorsichtsmaßregeln die Erkaltung eintreten. Sie erzeugten so eine Menge der gerade für die Gesteine wichtigsten Mineralien, verschiedene Feldspate, Leucit, Nephelin, Augit, Granat, mit allen Einzelheiten des mikroskopischen Gefüges und der etwaigen Zwillingsbildungen.

Das Gestein, welches die erstarrte Lava darstellt, besteht also häufig aus zweierlei Krystallen, den ursprünglichen, vor dem Hervortreten der Lava gebildeten größeren und den später gebildeten kleineren. Die größeren Krystalle der Laven zeigen bei der mikroskopischen Betrachtung häufig glasige Einschlüsse, welche dem glasigen Bestandteil der Grundmasse entsprechen, und ebenso werden öfters Flüssigkeitseinschlüsse als Zeichen der Mitwirkung des Wassers in ihnen beobachtet. Die glasigen Einschlüsse finden sich aber auch in den Krystallen anderer Gesteine, die

in ihren Bestandteilen den Laven gleichen und auch in ihrem Auftreten eine ähnliche Bildung verraten, in den Krystallen der Basalte, Trachyte, Melaphyre, und man nimmt daher an, daß diese Gesteine auf gleiche Weise wie die Laven entstanden sind.

Im Granit und Syenit und den diesen verwandten Gesteinen ist im allgemeinen weder die zweifache Ausbildung der Krystalle bemerkbar, noch enthalten diese glasige Einschlüsse. Dagegen sind namentlich im Quarz des Granit die Flüssigkeitseinschlüsse ungemein häufig, und die Flüssigkeit gleicht dem Wasser. Man schließt daraus, daß die Masse, aus welcher dieses Gestein hervorging, sich nicht in einem lavaartigen Schmelzfluß befand, sondern daß während seiner Festwerdung das Wasser eine wesentliche Rolle gespielt habe. Da der Gneiß nicht nur dieselben Bestandteile enthält wie der Granit, sondern da auch die mikroskopische Beschaffenheit und die Art der Einschlüsse mit jenen des Granits übereinstimmen, so dürfte auch die Bildungsgeschichte dieses Gesteins wenig von der des Granits verschieden sein.

Auch für die Kontaktmineralien, welche im Kalkstein, Thonschiefer u. s. w. dort entstanden sind, wo diese geschichteten Gesteine mit massigen Gesteinen in Berührung traten, wird die gleichzeitige Wirkung des Wassers und hoher Temperatur als Ursache ihrer Entstehung betrachtet. Man hat sich daher nicht vorzustellen, daß ein Zusammenschmelzen des massigen Gesteins mit dem Kalkstein oder Thonschiefer stattgefunden habe, da ja sonst auch die Grenze zwischen diesen Gesteinen kaum eine scharfe geblieben wäre; wohl aber hat man nach Tschermak eine Erweichung von längerer Dauer anzunehmen, so daß in der nun beweglichen Gesteinsmasse durch Einwanderung von Stoffen aus dem massigen Gestein jene oft sehr schönen und großen Krystalle von Granat, Vesuvian oder von Andalusit, Turmalin u. s. w. gebildet werden konnten.

Von geringer Wichtigkeit ist die Bildung von Mineralien durch Erstarrung aus dem dampfförmigen Zustand, durch Absatz von Dämpfen (durch Sublimation), da sie nur an wenigen Orten der Erdoberfläche stattfindet. Diese Orte sind hauptsächlich die Ausströmungsstellen von Wasserdampf in vulkanischen Gegenden, die Fumarolen. Der Wasserdampf ist hier häufig der Träger für andere flüchtige Stoffe, für Salzsäure (Chlorwasserstoffsäure), schwefelige Säure, Schwefelwasserstoff, Kohlensäure, Wasserstoff u. s. w. Durch Einwirkung der Salzsäure auf das Nebengestein werden auch manche andere Chlorverbindungen, wie Chlorcalcium, Chlornatrium (Steinsalz), Chlorkalium, Chlormagnesium, Chlorkupfer, Chlorblei, Chloreisen u. s. w.

gebildet. Durch Einwirkung der schwefeligen Säure und des Sauerstoffs auf die Gesteine entsteht eine Reihe von schwefelsauren Salzen oder Sulfaten, z. B. Gips, Glaubersalz, Bittersalz, Eisenvitriol. Aus der Zersetzung des dampfförmigen Chloreisens durch den Wasserdampf bei hoher Temperatur bildet sich Eisenglanz, der in glänzenden Flittern oder in tafelförmigen Krystallen auf der Lava oder in Spalten und auf Klüften derselben gefunden wird. Durch gegenseitige Zersetzung von Chlorsilicium-Dämpfen und metallhaltigen Dämpfen entstehen häufig kieselsaure Salze, (Silikate), wie z. B. Augit und Hornblende.

Obwohl die oberflächliche Beobachtung der Mineralwelt den Eindruck des Ewigen und Unveränderlichen hervorruft, so unterliegen doch auch die Mineralien im Laufe der Zeit mannigfachen Veränderungen. Dies lehren schon wenige Beobachtungen an Afterkrystallen, dies lehrt vor allem die mikroskopische Untersuchung der Gesteine. Ja die letztere, bei welcher man überall angegriffene und umgebildete Mineralien beobachtet, zeigt, daß die ganze Erdrinde in einer beständigen inneren Umwandelung begriffen ist.

Der Hauptträger dieser Umwandelungsvorgänge ist das Wasser. Alle anderen Einwirkungen, wie die Einwirkungen der aus der Tiefe kommenden Gase und Dämpfe oder das Emporbringen schmelzflüssiger Gesteinsmassen sind von viel geringerer Wichtigkeit. Ist das Wasser in dem Zustande thätig, in welchem es aus der Atmosphäre in die Erde gelangt, enthält es also nur Sauerstoff, Kohlensäure und Stickstoff, so bezeichnet man die durch dasselbe herbeigeführte Umwandelung der Mineralien als Verwitterung. Das Wasser bringt aber auch tiefer in die Erde ein und nimmt allmählich Mineralbestandteile auf, die sich nun ebenfalls an den ferneren Umwandelungsvorgängen beteiligen und Veränderungen in den Mineralien hervorrufen. Das ist die Umwandelung im engeren Sinne, die öfters von der Verwitterung, die also bloß einen Teil der Umwandelungserscheinungen ohne scharfe Abgrenzung gegen die Vorgänge im Inneren der Erdrinde umfaßt, unterschieden wird.

Bei dem Eindringen in die Erdrinde folgt das Wasser keineswegs nur den Spalten und Klüften und Schichtungsfugen der Gesteine, sondern es bringt auch in diese selbst ein. Wie groß die Wassermenge ist, welche im Innern der Gebirge zirkuliert, zeigt sich in den Stollen und Schächten vieler Bergwerke, von deren Wänden und Firsten das Wasser tropft und rieselt, und daß Flüssigkeiten ihren Weg in selbst anscheinend

vollkommen dichte und gleichartige Mineralmassen finden, geht aus der künstlichen Färbung der Chalcedone und Achate hervor.

Wie es aber kein Mineral giebt, das vollkommen undurchdringlich wäre, so giebt es wohl auch keins, das durch Wasser unzersetzbar und darin unauflöslich wäre. Denn wenn auch der Chemiker in einem mit Wasser behandelten Mineral keine Spur desselben nachzuweisen vermöchte, so wäre damit doch noch nicht der Beweis erbracht, daß das betreffende Mineral wirklich unlöslich ist. Finden wir aber ein Mineral in einer demselben nicht zukommenden Krystallform eines nach unseren Erfahrungen unlöslichen Minerals, also einen Afterkrystall des letzteren, so beweist dies doch, daß Wasser das verdrängte Mineral im Laufe der Zeit auflöst und weggeführt und ein neues an dessen Stelle abgesetzt hat, oder daß mit Hilfe des Wassers eine langsame Umwandelung der Masse stattgefunden habe. Das Studium der Afterkrystalle hat daher die Löslichkeit vieler Mineralien dargethan, die für den Chemiker gewöhnlich als unlöslich gelten. Namentlich sind in dieser Beziehung diejenigen Afterkrystalle sehr lehrreich gewesen, bei welchen das Umwandelungsprodukt keinerlei chemische Beziehung mehr zu dem ursprünglichen Minerale besitzt, bei welchen also auch das letzte Andenken an die chemische Zusammensetzung des veränderten Körpers geschwunden ist. Dies ist z. B. der Fall bei den Afterkrystallen von Brauneisenerz nach Quarz, von Zinnstein nach Feldspat, von Eisenkies nach Quarz, von Quarz nach Flußspat. In hohem Maße kommt bei diesen Umwandelungen dem Wasser ein Gehalt an Kohlensäure zu statten.

Zu ganz ähnlichen Ergebnissen wie die Beobachtung der natürlichen Vorgänge haben Versuche geführt. Sie haben gezeigt, daß anscheinend unlösliche Mineralien, wie Feldspate, Glimmer, Turmalin, Augit, Hornblende, Olivin, Chlorit, Talk u. s. w. in fein gepulvertem Zustande und beim Übergießen mit kohlensäurehaltigem oder selbst reinem Wasser so schnell von diesem angegriffen wurden, daß schon die ersten Tropfen der gefiltrierten Flüssigkeit Spuren der Bestandteile jener Mineralien zu erkennen gaben. Die Erfahrung lehrt, daß es vielleicht mit Ausnahme von Gold, Platin, Diamant, Graphit kein in kohlensäurehaltigem Wasser archaus unlösliches oder unzersetzbares Mineral giebt, daß namentlich ist alle die Mineralien, welche einen wesentlichen Anteil an der Zusammensetzung der festen Erdrinde haben, dem zersetzenden und lösenden Einfluß der Sickerwässer nicht widerstehen können.

Meist beginnen die Umwandelungsvorgänge an der Oberfläche der Mineralien, und man sieht daher häufig ein Mineral mit einer äußeren

Umwandelungsschicht bedeckt, während im Innern noch ein größerer oder kleinerer Kern steckt, der noch nicht verändert ist. So findet man nicht selten Olivinkrystalle, die aus einer äußeren Schicht von Serpentin bestehen, in die sich der Olivin umgewandelt hat. Von der Oberfläche dringt der Umwandelungsvorgang häufig in der Weise nach innen, daß sich, wie z. B. gerade beim Olivin, mikroskopisch feine Spältchen bilden, von deren Wänden aus die weitere Umwandelung erfolgt. Häufig sitzen auch die Ergebnisse der Umwandelung in deutlichen Krystallen auf dem noch unverwitterten Rest des ursprünglichen Minerals oder auf dessen Rückständen, wie z. B. Weißbleierz auf Bleiglanz.

Durch die lösende Wirkung der Sickerwässer werden fortwährend Stoffe aufgenommen und an anderen Stellen innerhalb der Erdrinde abgesetzt oder durch die Quellen an die Erdoberfläche gebracht. Demnach werden der Erdrinde beständig große Stoffmengen sowohl entzogen als auch zugeführt, und zwar in der Weise, daß manche Mineralien, wie der Kalkspat, geradezu aufgelöst, andere aber, wie der Feldspat, verändert werden. Diese Veränderungen bestehen darin, daß aus den vorhandenen chemischen Verbindungen einige Stoffe gänzlich, andere zum Teil entfernt werden, wieder andere unangegriffen bleiben, endlich darin, daß an die Stelle ursprünglich vorhandener Stoffe andere treten.

Wenn man von einer Anzahl von Salzen absieht, die, wie Alaun, Salpeter, Salmiak, Eisen- und Kupfervitriol, sehr leicht löslich sind und daher in der Natur selten und nur an besonders geschützten Punkten vorkommen, so sind es namentlich vier Mineralien von größerer Verbreitung, auf welche die atmosphärischen Wasser lösend und wegführend einwirken, Steinsalz, Gips, Kalkstein und Dolomit.

Das Steinsalz ist in reinem Wasser sehr leicht und vollständig löslich, und es würde daher aus seinen Lagerstätten längst vollständig weggeführt sein, wenn es nicht durch fast wasserdichte Thonschichten, die es beständig begleiten, geschützt wäre. Bedeutend schwerer fällt der Gips dem Wasser zur Beute, da er in etwa 450 Teilen Wasser löslich ist, aber da derselbe sowohl auf seiner Oberfläche, als auch in zahllosen Spalten und Klüften, welche ihn durchziehen, dem auflösenden Angriffe des Wassers ausgesetzt ist, so werden immerhin bedeutende Massen dieses Minerals in verhältnismäßig kurzen Zeiträumen entführt, und die Folge davon ist, daß sich in den Gipsgebirgen nach und nach große Hohlräume, die sogenannten Gipsschlotten bilden. Der Kalkstein ist nur in etwa 1000 Teilen mit Kohlensäure gesättigtem Wasser und noch viel weniger in reinem Wasser löslich, doch wird diese geringe Löslichkeit durch die große

Menge der in der Tiefe gerade auf den Schichtungsfugen und Kluftflächen der Kalksteine kreisenden Wässer ersetzt. Auch der Dolomit oder Braunspat ist in sehr unbeträchtlichen Mengen im Wasser löslich, und Dolomitlager fallen daher sehr allmählich der Zerstörung und Wegführung durch die atmosphärischen Wasser anheim. Viel augenfälliger als dieser Vorgang ist indessen die Auslaugung des kohlensauren Kalkes aus dolomitischem Kalkstein, so daß eigentlicher Dolomit übrig bleibt. Die beständige Wegführung des kohlensauren Kalkes verursacht das zellige und poröse Gefüge des zurückbleibenden Dolomits.

Viele Mineralien, wie Feldspat, Glimmer, Hornblende, Augit, Magneteisenerz, Roteisenerz, Weichmanganerz erleiden dadurch eine Umwandelung, daß sie im Laufe der Zeit Wasser chemisch aufnehmen, ohne eines von ihren übrigen Elementen zu verlieren. Einer der wichtigsten derartigen Vorgänge ist die Umwandelung des wasserfreien schwefelsauren Kalkes in wasserhaltigen, des Anhydrits in Gips, wobei ersterer ein Viertel seines Gewichtes Wasser aufnimmt, ein Vorgang, der unter günstigen Umständen so rasch vor sich gehen kann, daß z. B. die zu Bex im Kanton Wallis aus der Grube geförderten und auf die Halde gestürzten Anhydritstücke schon nach Verlauf von 8 Tagen sich in Gips umzuwandeln beginnen, und daß in den unterirdischen Stollen, welche durch den Anhydrit führen, sich die Seitenwände durch diese Wasseraufnahme so stark aufblähen, daß sie fast unfahrbar werden und von Zeit zu Zeit ausgehauen werden müssen. Es versteht sich von selbst, daß die Umwandelung von Anhydrit in der Natur auch ohne die Dazwischenkunft der Menschen erfolgt, und zwar im großartigsten Maßstabe. Wie groß die ausdehnende Kraft bei diesem Vorgange ist, ergiebt sich daraus, daß die im Anhydrit des Canariathales eingesprengten, wohl ausgebildeten Krystalle von Talkspat und Quarz im Gips als auseinandergerissene Trümmer vorkommen. Auf der Insel Elba hat sich das Roteisenerz (Eisenoxyd) von künstlichen Entblößungsstellen aus im Laufe weniger Jahrhunderte bis tief in die feste Masse hinein durch Aufnahme von Wasser in Brauneisenerz (Eisenoxydhydrat) verwandelt. Aus Feldspaten, Nephelin und Leucit sind durch Aufnahme von Wasser die prächtigen schneeweißen oder wasserklaren Zeolithe hervorgegangen, welche die Blasenräume in Basalten, Melaphyren und Phonolithen auskleiden.

Der umgekehrte Vorgang, bei welchem ein Mineral seinen Wassergehalt verliert, tritt hauptsächlich bei höherer Temperatur ein, wie z. B. beim Erhitzen des Thones durch Kohlenbrände, wobei sich Porzellanjaspis bildet. Aber auch bei niederer Temperatur geht zuweilen Wasser fort,

z. B. aus Brauneisenerz, das sich dadurch in Roteisenerz umwandelt. Krystalle von Soda, Glauberſalz, Bittersalz verlieren in trockener Luft ihren Wassergehalt ganz oder teilweise und zerfallen. Krystalle von Gips wandeln sich durch Wasserabgabe in Anhydrit um.

Alle Mineralien, welche eine Verbindung mit Sauerstoff eingehen, werden oxydiert, wenn sie mit atmosphärischen Wässern in Berührung kommen, da diese auch eine ziemlich beträchtliche Menge Sauerstoff enthalten. So geht Magneteisenerz durch Sauerstoffaufnahme in Roteisenerz über, das oft die Oktaëdergestalt des ersteren beizubehalten pflegt. Gediegen Kupfer geht durch Aufnahme von Sauerstoff in Rotkupfererz, Bleiglanz in Bleivitriol (Anglesit) über. Auf der Aufnahme von Sauerstoff beruht die Umwandelung des Eisenspats in Brauneisenerz, wobei einerseits das Wasser die Kohlensäure aus ihrer Verbindung mit dem Eisen austreibt und selbst an ihre Stelle tritt, während anderseits das Eisenoxydul durch Aufnahme von Sauerstoff in Eisenoxyd übergeht. Der Speiskobalt geht durch Aufnahme von Sauerstoff und gleichzeitige Aufnahme von Wasser in Kobaltblüte über, die als rote Ausblühung den grauen Speiskobalt bedeckt. Eisenkies und Strahlkies verwandeln sich unter Aufnahme von Sauerstoff und Wasser in Eisenvitriol und entwickeln dabei auch freie Schwefelsäure, welche zersetzend auf benachbarte Mineralien einwirkt und z. B. mit der Thonerde des Thons, der häufig Eisenkies einschließt, unter Wasseraufnahme schwefelsaure Thonerde (Halotrichit), sowie unter Aufnahme von Kali auch Alaun bildet. Ist in dem Thon Kalk vorhanden, so wird dieser häufig durch die Schwefelsäure aufgelöst, und es entstehen oft sehr schöne Gipskrystalle. — Aus dem Erdöl geht durch Aufnahme von Sauerstoff zuerst das zähe Erdpech und dann der feste, muschelig brechende Asphalt hervor. — Einige Mineralien nehmen auch Schwefel statt Sauerstoff auf. So wandelt sich Silber durch Aufnahme von Schwefel in Silberglanz um.

Alle Mineralien, welche kieselsaure Verbindungen oder Silikate von Kali, Natron, Kalk, Eisenoxydul, Manganoxydul enthalten, und das sind alle diejenigen, welche, wie die Feldspate, Augit, Hornblende, Olivin, die weiteste Verbreitung besitzen, werden durch kohlensäurehaltiges Wasser zersetzt, indem die Kieselsäure aus ihrer Vereinigung mit jenen Stoffen ausgeschieden wird, und an Stelle der alten kieselsauren Verbindungen sich neue kohlensaure Verbindungen oder Karbonate bilden. Das schwächere oder stärkere Aufbrausen, welches viele Mineralien beim Befeuchten mit Säuren zeigen, deutet an, daß jene Umwandelung ihrer kieselsauren Verbindungen in neue kohlensaure Verbindungen bereits begonnen hat.

In dem Maße aber, wie die jungen kohlensauren Verbindungen sich aus den alten Silikaten herausbilden, werden sie selbst von der Stätte ihrer Entstehung entfernt, denn dasselbe kohlensäurehaltige Wasser, welches hier ihre Entstehung vermittelt, löst dort die entstandenen Verbindungen auf und führt sie nebst der ausgeschiedenen Kieselsäure als kohlensaure Salze fort. Als letzter, schwer angreifbarer Rückstand der ausgelaugten Mineralien bleiben wasserhaltige kieselsaure Thonerde und kieselsaure Talkerde zurück. Eine sehr gewöhnliche hierher gehörige Erscheinung ist die Umwandelung des Feldspates (Orthoklases), der aus Thonerde, Kali und Kieselsäure besteht, in Kaolin. Sie beginnt auf der Oberfläche der Krystalle und dringt von hier aus auf Spaltungsrichtungen, feinen Spalten und Rissen in das Innere vor. Die Krystalle verlieren zuerst ihren Glanz, werden matt, die rötliche Farbe wird weißlich, und es bildet sich eine Rinde, welche nach und nach an Dicke zunimmt, Spaltbarkeit, Härte und Zusammenhang gehen verloren, und aus dem festen krystallisierten Feldspat geht ein weißes erdiges Mineral, der Kaolin oder die Porzellanerde, hervor. Diese Umwandelung besteht darin, daß Kali nebst dem etwa noch in geringen Mengen vorhandenen Kalk, Natron und Eisenoxydul durch kohlensäurehaltige Wässer in Karbonate umgewandelt und ebenso wie ein Teil der Kieselsäure fortgeführt werden, die zurückbleibende kieselsaure Thonerde aber noch Wasser aufnimmt. Der Olivin, aus Kieselsäure, Talkerde und Eisenoxydul bestehend, zersetzt sich ziemlich rasch, indem zuerst das Eisenoxydul in Oxyd übergeht und zum Teil Wasser aufnimmt, wodurch die anfänglich grüne Farbe des Olivin zuerst dunkelbraun, dann ockergelb wird. Zugleich zersetzen die kohlensäurehaltigen Wässer die kieselsaure Talkerde [illegible] kohlensaurer Talkerde und Kieselsäure und entführen diese vollständig, [illegible] als Endergebnis ein Gemenge von Eisenoxyd und Eisenhydroxyd zurückbleibt. Wird jedoch unter Aufnahme von Wasser gleichzeitig das Eisen ausgeschieden und als Oxyd, Oxydul oder Oxyduloxyd wieder abgelagert, und nur ein Teil der kieselsauren Talkerde in kohlensaure Talkerde verwandelt und weggeführt, so geht der Olivin in Serpentin über. — Auch Kupfererze wandeln sich häufig unter dem Einfluß von kohlensäurehaltigem Wasser in Karbonate um. So geht gediegen Kupfer, wie wir wissen, durch Aufnahme von Sauerstoff zunächst in Rotkupfererz (Cu_2O) über; nimmt aber dieses noch mehr Sauerstoff, Kohlensäure und Wasser auf, so entsteht ein grünes, wasserhaltiges Kupfererz, der Malachit.

VI. Einteilung und Benennung der Mineralien.

Wie bei den Pflanzen und Tieren, so spricht man auch bei den Mineralien von Arten und unterscheidet deren mehr als 1000. Das Wort Art ist aber hier niemals in dem Sinne zu nehmen, wie bei Pflanzen und Tieren. Denn während die Tiere einerseits und die Pflanzen anderseits mit einander durch ihre Verwandtschaft zusammenhängen und sich aus einzelnen Stammformen entwickelt haben, kann von einem solchen Zusammenhang unter den Mineralien keine Rede sein. Zu einer Mineralart gehören alle unorganischen Naturkörper, welche in den wesentlichen Eigenschaften mit einander übereinstimmen. Als wesentliche Eigenschaften, von denen alle übrigen mehr oder weniger abhängen, gelten aber die Krystallisation und die chemische Zusammensetzung. Man hat daher unter einer Mineralart die Gesamtheit aller Mineralien zu verstehen, welche gleiche chemische Zusammensetzung und gleiche Krystallisation besitzen. Diese Erklärung bedarf jedoch insofern einer Erweiterung, als in vielen Fällen eine Mineralart nur auf die chemische Zusammensetzung gegründet werden kann, da manche Mineralien überhaupt nicht krystallisieren, sondern nur amorph vorkommen, und bei manchen anderen die Krystallform nicht näher zu ermitteln ist. Daß aber auch die chemische Zusammensetzung allein nicht zur Begrenzung der Art ausreicht, sieht man an den zweigestaltigen oder dimorphen Körpern, die zwar gleiche chemische Zusammensetzung, aber verschiedene Krystallisation besitzen und auch sonst meist sehr verschieden sind. Wollte man alle Mineralien von gleicher chemischer Zusammensetzung ohne Rücksicht auf ihre Krystallisation zu einer Art vereinigen, so würden z. B. der Graphit und der Diamant, zwei Mineralien, die in jeder Hinsicht, außer in der Zusammensetzung, die größten Verschiedenheiten zeigen, eine Art mit einander bilden. Auch ist die chemische Zusammensetzung der zu einer Art gehörigen Mineralien selten eine vollständig gleiche. Denn ganz abgesehen von mechanisch beigemengten Verunreinigungen enthalten viele Mineralien, wie Kalkspat, Talkspat, Eisenspat, kleinere oder größere Mengen sogenannter stellvertretender Bestandteile. Sind diese Bestandteile nur in geringen Mengen vorhanden, so wird ihnen keine weitere Beachtung geschenkt, Schwierigkeiten in der Abgrenzung der Arten entstehen aber, wenn die stellvertretenden Bestandteile in größeren Mengen, wie z. B. bei dem Dolomit auftreten. Dagegen stellen die verschiedenen Krystallformen innerhalb eines Krystallsystems, welche von ein und derselben Grundgestalt abgeleitet werden

können, keine verschiedenen Arten dar, und ebenso wenig bedingen verschiedene Ausbildungsweisen ein und desselben Minerals (stengelig, faserig, körnig, dicht u. s. w.) und damit oft in Verbindung stehende Verschiedenheiten physikalischer Eigenschaften (Härte, Glanz, Durchsichtigkeit u. s. w.) besondere Arten, sondern nur Abänderungen (Varietäten), die den betreffenden Arten untergeordnet werden.

Um die zahlreichen Mineralarten möglichst leicht und bequem überblicken zu können, werden die Arten, welche in ihren Eigenschaften einander nahe stehen oder ähnlich sind, zu Gruppen vereinigt, und diese wieder zu größeren Gruppen zusammengefaßt. Die kleineren Gruppen heißen Ordnungen, die größeren Klassen, die Anordnung oder Einteilung der Mineralien in Klassen und Ordnungen wird ein System genannt.

Bei der Aufstellung eines Systems kann man von verschiedenen Gesichtspunkten ausgehen; man kann die Mineralien nach ihrer Form, nach ihren physikalischen Eigenschaften, nach ihrer chemischen Zusammensetzung anordnen. Was jedoch die Form betrifft, so wird man bald finden, daß dieselbe zwar zur Unterscheidung der verschiedenen Arten von großem Werte ist, aber zur Bildung von Gruppen sich wenig eignet, da sie Mineralien neben einander stellt, welche in ihren übrigen Eigenschaften weit von einander abweichen. Oder möchte es wohl jemand unternehmen, Diamant, Gold, Alaun und Magneteisen als Mineralien darzustellen, die außer der Kristallisation noch irgendwelche Eigentümlichkeiten mit einander gemein hätten? Was aber von der Form gilt, das gilt auch von anderen äußeren Eigenschaften, von dem Eigengewicht, der Härte, dem Glanz, der Farbe, der Durchsichtigkeit u. s. w. Man wandte sich daher schon frühzeitig der chemischen Zusammensetzung der Mineralien zu, um ein Mineralsystem darauf zu gründen. Ein rein chemisches System, welches die Mineralien z. B. nach den Metallen ordnet, die sie enthalten, gewährt allerdings den Vorteil, daß alle Mineralien, deren Bestandteil z. B. Kupfer, Eisen, Blei, Silber u. s. w. ist, neben einander zu stehen kommen, aber es läßt sich auch nicht verkennen, daß dabei Mineralien, wie gediegen Kupfer, Kupferglanz, Rotkupfererz, Malachit, zu einer Gruppe vereinigt werden müssen, die in ihrer Tracht (d. i. dem Eindrucke ihres Äußeren nach) so weit von einander abweichen, daß man sie ohne offenbaren Zwang nicht neben einander als verwandte Naturkörper hinstellen kann. Eine rein chemische Einteilung hat daher auch nicht allgemein Anklang gefunden, und man ist deshalb vielfach bestrebt gewesen, die äußere Ähnlichkeit der Mineralien mit ihrer chemischen Zu-

sammensetzung in Einklang zu bringen, indem man gemischte Systeme aufstellte. Solche gemischte Systeme sind die von Werner, dem Reformator der Mineralogie und Schöpfer der wissenschaftlichen Geologie (1759—1817), und Weiß, einem Schüler Werners (1780 bis 1856).

Werner unterschied überhaupt vier Klassen von Mineralien:

1. Klasse. Erdige Fossilien. Hierzu rechnete er den Diamant, Korund, Augit, Granat, Quarz, Zeolith, Feldspat, Thon, Talk, Kalk, Apatit, Gips u. s. w.
2. Klasse. Salzige Fossilien. Diese Klasse umfaßte nur Soda, Salpeter, Steinsalz, Salmiak, Vitriol, Glaubersalz, Bittersalz.
3. Klasse. Brennliche Fossilien. Hierzu gehörte Schwefel, Erdöl, Kohlen, Graphit, Bernstein.
4. Klasse. Metallische Fossilien. Diese werden nach ihrem Metallgehalt eingeteilt.

Das System von Weiß schließt sich eng an das von Werner an; Weiß unterscheidet sieben Ordnungen:

1. Ordnung. Oxydische Steine oder Silikate. Es ist die Klasse, in welcher die Kieselsäure die Hauptrolle spielt, und welche die meisten und verwickeltsten Verbindungen enthält, die sich durch ihr Gewicht, ihre Härte, ihre Zusammensetzung allen anderen gegenüber auszeichnen.
2. Ordnung. Salinische Steine. Verbindungen nichtmetallischer Basen mit einer anderen Säure als Kieselsäure.
3. Ordnung. Salinische Erze. Verbindungen metallischer Basen mit einer anderen Säure als Kieselsäure.
4. Ordnung. Gediegene Metalle.
5. Ordnung. Oxydische Erze. Verbindungen der Metalle mit Sauerstoff und Wasser ohne eine Säure.
6. Ordnung. Geschwefelte Metalle. Verbindungen der Metalle mit Schwefel, Arsen, Tellur u. s. w., statt des Sauerstoffs.
7. Ordnung. Inflammabilien. Mineralien, die organischen Ursprunges sind, nebst Schwefel und Diamant.

Wir legen in diesem Buche das nachstehende System zugrunde, das sich in der Hauptsache auf die chemische Zusammensetzung der Mineralien

gründet, ohne die physikalischen Eigenschaften außer acht zu lassen, und das Gedächtnis nicht durch eine Menge neugeschaffener Namen beschwert.

I. Klasse. **Elemente.** Mineralien, welche Elemente oder Grundstoffe im chemischen Sinne sind.

1. Ordnung. Metalle.
   Gold, Silber, Platin, Quecksilber — Eisen, Kupfer, Blei, Wismut, Antimon, Arsen.
2. Ordnung. Nichtmetalle.
   Diamant, Graphit, Schwefel.

II. Klasse. **Erze.** Verbindungen der Schwermetalle.

1. Ordnung. Schwefel-Erze.
   a. Gruppe der Kiese.
      Eisenkies, Strahlkies, Magnetkies, Kupferkies, Buntkupferkies, Zinnkies, Speiskobalt, Glanzkobalt, Rotnickelkies, Weißnickelkies, Nickelarsenkies, Arsenkies, Arsenikalkies.
   b. Gruppe der Glanze.
      Bleiglanz, Antimonglanz, Wismutglanz, Molybdänglanz, Silberglanz, Kupferglanz, Schrifterz, Nagyagit, Fahlerz, Schwarzspießglanzerz, Melanglanz, Eugenglanz.
   c. Gruppe der Blenden.
      Zinkblende, Manganblende, Zinnober, Realgar, Auripigment, Antimonsilberblende, Arsensilberblende.
2. Ordnung. Sauerstoff-Erze.
   Magneteisenerz, Roteisenerz, Brauneisenerz, Raseneisenerz, Nadeleisenerz, Titaneisenerz, Chromeisenerz, Hartmanganerz, Wad, Kobaltmanganerz, Zinnerz, Rutil, Rotkupfererz, Kupferschwärze.
3. Ordnung. Salz-Erze.
   Eisenspat, Eisenvitriol, Blaueisenerz, Kobaltblüte, Kieselmanganerz, Manganspat, Galmei, Zinkspat, Zinkvitriol, Kupferlasur, Malachit, Kupfergrün, Kupfervitriol, Weißbleierz, Gelbbleierz, Buntbleierz, Vitriolbleierz, Wolframerz.

III. Klasse. **Steine.** Verbindungen der Leichtmetalle mit Kieselsäure (also Silikate), nur wenige bestehen nur aus Kieselsäure oder nur aus Erden.

1. Ordnung. Quarze.
   Quarz, Opal.
2. Ordnung. Feldspate.
   Orthoklas, Albit, Anorthit, Oligoklas, Labradorit — Leucit,

Nephelin, Lasurstein — Obsidian, Bimsstein, Perlstein, Pechstein.

3. Ordnung. Schwellsteine (Zeolithe).
Apophyllit, Analzim, Chabasit, Stilbit, Phillipsit, Harmotom, Desmin, Natrolith, Prehnit.

4. Ordnung. Edelsteine.
Korund, Chrysoberyll, Spinell, Topas, Beryll, Zirkon, Turmalin, Granat, Axinit, Vesuvian, Epidot, Olivin, Cordierit, Staurolith, Andalusit, Disthen.

5. Ordnung. Hornblenden.
Augit, Hypersthen, Bronzit, Wollastonit, Diallag, Hornblende, Asbest, Beilstein.

6. Ordnung. Glimmer.
Kaliglimmer, Magnesiaglimmer, Lithionglimmer, Chlorit.

7. Ordnung. Talke.
Talk (und Speckstein), Meerschaum, Serpentin.

8. Ordnung. Thone.
Kaolin, Thon, Steinmark, Bildstein, Bergseife, Bol, Gelberde, Eisensteinmark.

IV. Klasse. **Salze.** Verbindungen der Leichtmetalle mit einer Säure, aber nicht mit Kieselsäure (sie sind also gegenüber den Steinen Nichtsilikate).

1. Ordnung. Kohlensaure Salze.
Kalkspat, Aragonit, Braunspat, Bitterspat, Witherit, Strontianit, Natron (Soda).

2. Ordnung. Schwefelsaure Salze.
Gips, Anhydrit, Schwerspat, Cölestin, Alaunstein, Alaun (Kalialaun), Bittersalz, Glaubersalz.

3. Ordnung. Phosphorsaure Salze.
Apatit, Wavellit, Türkis.

4. Ordnung. Borsaure Salze.
Borax, Boracit, Sassolin.

5. Ordnung. Salpetersaure Salze.
Kalisalpeter, Natronsalpeter (Chilesalpeter).

6. Ordnung. Salzsaure Salze.
Steinsalz, Salmiak.

7. Ordnung. Flußsaure Salze.
Flußspat, Kryolith.

V. Klasse. **Kreuze.** Verbindungen der Nichtmetalle (Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff).

1. Ordnung. **Kohlen.**

Anthracit, Steinkohle (Schwarzkohle), Braunkohle, Torf.

2. Ordnung. **Harze.**

Bernstein, Erdöl (Petroleum), Asphalt, Bergwachs.

Während die Tier- und Pflanzenarten zwei Namen führen, wird jede Mineralart nur mit einem einzigen Namen bezeichnet. Wenn gleichwohl für ein und dieselbe Mineralart vielfach mehrere Namen vorhanden sind, so liegt der Grund hiervon hauptsächlich in dem Umstande, daß viele Mineralogen besonderen Grundsätzen in der Namengebung folgten und für ältere Namen, die ihnen nicht passend erschienen, neue Bezeichnungen wählten.

Die Namen der Mineralarten sind verschiedenen Sprachen entnommen, doch werden sehr viele derselben der griechischen Sprache gemäß mit dem Ausgang **it** gebildet.

Viele Mineralnamen sind unbekannten oder zweifelhaften Ursprunges, wie Quarz, Opal, Jaspis, Korund, Smirgel, Spinell, Galmei, Realgar, Asphalt, Zirkon, Zinnober, Turmalin, Kaolin, Borax u. s. w.

Manche Mineralnamen sind nach Namen von Mineralogen, Geologen, Naturforschern und anderen Personen gebildet, wie z. B. Dolomit (nach dem französischen Mineralogen D. v. Dolomieu), Vivianit (nach dem englischen Chemiker J. G. Vivian), Wollastonit (nach dem englischen Chemiker W. H. Wollaston, dem Entdecker der Elemente Palladium und Rhodium), Biotit (nach dem französischen Physiker Biot, der zuerst auf die optische Verschiedenheit der Glimmer aufmerksam machte), Goethit (nach dem Dichter Wolfgang v. Goethe), Prehnit (nach dem holländischen Oberst v. Prehn).

Andere Mineralnamen sind von Namen von Fundorten abgeleitet, wie z. B. Adular (von dem Berge Adula, d. i. dem St. Gotthard in der Schweiz), Strontianit (von dem schottischen Orte Strontian), Labradorit (von der nordamerikanischen Halbinsel Labrador), Aragonit (von der spanischen Landschaft Aragonien), Tremolit (von dem Tremolathal in der Schweiz).

Wieder andere Mineralnamen beziehen sich auf die Kryſtallform oder die Spaltbarkeit, wie Axinit (von **axine** [Beil], wegen der schneidend

ſcharfen Kryſtallkanten), Anatas (von anástasis [Ausreckung, Ausdehnung], wegen der ihm eigenen ſpitzen tetragonalen Pyramiden), Staurolith (von staurós [Kreuz] und líthos [Stein]), Sanidin (von sanís [Brett, Getäfel], wegen der flachen tafelförmigen Kryſtalle), Orthoklas (von orthós [rechtwinkelig] und kláo [ich ſpalte], weil das Mineral nach zwei auf einander rechtwinkelig ſtehenden Richtungen ſpaltet), Oligoklas (von olígos [wenig] und kláo [ich ſpalte], weil er wenig vollkommen ſpaltbar iſt).

Viele Mineralnamen beziehen ſich auf die Farbe, wie Albit (von albus [weiß), Carneol (von carneus [fleiſchfarben]), Chlorit (von chlorós [grün]), Cöleſtin (von coelestis [himmelblau]), Rutil (von rutilus [rötlich]), oder auf andere phyſikaliſche Eigenſchaften, wie Baryt (von barýs [ſchwer]), Hydrophan (von hýdor [Waſſer] und phanós [leuchtend, ſcheinend], weil er im Waſſer durchſcheinend wird), Diſthen (von dis [zweifach] und sthénos [Kraft], weil infolge der zweifachen Härte zweierlei Kraft nötig iſt, um ihn zu ritzen).

Die chemiſche Zuſammenſetzung deuten Namen wie Anhydrit (von ánhydros [waſſerlos], d. h. im Gegenſatz zu Gips), Polyhalit (von polýs [viel] und hals [Salz], weil er aus mehreren Salzen beſteht), Siderit (von síderos [Eiſen]) an.

Endlich giebt es auch eine Menge von Mineralnamen, denen allerlei weſentliche und unweſentliche Beziehungen, Anſpielungen, zum Teil auch Willkürlichkeiten zugrunde liegen. Solche Namen ſind Analcim (von ánalkis [ſchwach, kraftlos], wegen der geringen elektriſchen Erregbarkeit), Amethyſt (von améthystos [die Trunkenheit verhütend], weil er früher als Amulet oder Schutzmittel gegen die Trunkenheit getragen wurde), Nephrit (von nephrós [Niere], wegen ſeiner vermeintlichen Heilkraft gegen Nierenleiden), Serpentin (von serpens [Schlange], weil er als Schutzmittel gegen Schlangengift diente), Graphit (von graphein [ſchreiben], wegen des Abfärbens), Amphibol (von amphíbolos [zweideutig], weil man dieſes Mineral mit vielen anderen verwechſelt hat), Apatit (von apatáo [ich trüge], weil dieſes Mineral die Mineralogen lange täuſchte).

VII. Sammeln und Aufbewahren der Mineralien.

Das Studium der Mineralogie muß ſtets von der unmittelbaren Anſchauung, von den Mineralien ſelbſt ausgehen. Mit Hilfe von Zeichnungen und Modellen kann man wohl die Kryſtallgeſtalten kennen lernen, man kann auch andere Formverhältniſſe und die Formen der Verſteine-

rungen an Abbildungen studieren, aber die übrigen Eigenschaften der Mineralien lassen sich durch Abbildungen, und wären diese auch noch so künstlerisch ausgeführt, nicht versinnbildlichen. Eine Mineraliensammlung ist daher ein unentbehrliches Hilfsmittel des mineralogischen Studiums. Damit soll jedoch nicht gesagt sein, daß auch schon der Anfänger im Besitz einer möglichst vollständigen Mineraliensammlung sein müsse. Dem Anfänger genügen zuerst und zunächst einige wenige Mineralien, die durch jede Mineralienhandlung ohne große Kosten zu beziehen sein werden. Es sind dies etwa folgende:

1. Ein ringsum ausgebildeter Quarzkrystall.
2. Ein Oktaëder von Magneteisenerz.
3. Ein Rhomben-Zwölfflächner von Granat.
4. Ein Tafelkrystall von Schwerspat.
5. Ein genügend großer, aber keineswegs kostbarer Krystall von Flußspat.
6. Ein deutlicher Zwillingskrystall von Feldspat (Karlsbader Zwilling).
7. Ein genügend großer Krystall oder ein Spaltungsstück von Gips.
8. Ein Stück Fasergips.
9. Ein Stück körniger Gips (oder Anhydrit).
10. Ein Spaltungsstück von Steinsalz.
11. Ein Spaltungsstück von gewöhnlichem Kalkspat.
12. Ein Spaltungsstück von farblosem isländischen Doppelspat.
13. Eine 2—3 mm dicke Platte von farblosem Glimmer.
14. Ein Spaltungsstück von Bleiglanz.
15. Ein Stück körniger Bleiglanz.
16. Ein Stück Halbopal.

Hat sich der Anfänger mit diesen Mineralien gehörig vertraut gemacht, d. h. hat er nicht nur das Nötige über dieselben nachgelesen, sondern auch mit ihnen Versuche angestellt, hat er z. B. die Härte derselben geprüft, die Winkel der Krystalle gemessen, die Spaltbarkeit von Steinsalz, Flußspat, Kalkspat, Gipsspat, Schwerspat, Glimmer untersucht, die doppelte Strahlenbrechung des Doppelspat beobachtet, sich von dem Wassergehalt des Gipsspat und dem Schwefelgehalt des Bleiglanz überzeugt, das Steinsalz und den Bleiglanz vor dem Lötrohr geschmolzen u. s. w., so mag er dazu schreiten, die kleine Sammlung der vorhin angeführten Mineralien durch eigenes Sammeln zu ergänzen.

Freilich werden nicht alle Gegenden unseres deutschen Vaterlandes gleiche Ausbeute gewähren, aber keine Gegend ist auch ganz ohne Mineralien. Selbst im Flachlande trifft man im freien Felde, in Sand-

und Kiesgruben, an den Ufern der größeren Flüsse und im Gerölle der Bäche verschiedene Mineralien aus der Klasse der Steine, namentlich verschiedene Abänderungen des Quarzes. Hier findet man den grauen oder gelblichen, muschelig brechenden Feuerstein, den schwarzen, von weißen Quarzadern durchzogenen Kieselschiefer, den durchscheinenden Chalcedon, den roten Carneol, zuweilen den verschieden gestreiften Achat und dann und wann wohl auch eine Versteinerung. In der norddeutschen Tiefebene sind kleinere und größere (bis hausgroße) Gesteinsblöcke, sogenannte Irrblöcke (erratische Blöcke) oder Findlinge, die den skandinavischen Gebirgen entstammen und Feldspat, Glimmer und andere Mineralien enthalten, keine seltene Erscheinung. Auch die Steinhaufen an den Landstraßen und die zur Pflasterung von Straßen und Plätzen in Städten bestimmten Steine werden bei näherer Untersuchung einige Ausbeute gewähren. Die sumpfigen Wiesen, Sümpfe und Torfmoore liefern Raseneisenerz und Torf. Steinkohle und Braunkohle wird man sich leicht aus einer Niederlage verschaffen können. Marmor, Serpentin und andere Gesteine wird man in den Werkstätten der Steinmetzen erhalten, Bol, Gelberde, Speckstein, Bimsstein, Graphit, Asphalt im Kaufmannsladen kaufen, einige als Schmucksteine verwendete Mineralien vielleicht beim Juwelier oder Goldarbeiter erwerben können.

In den gebirgigen Gegenden sind es die anstehenden Felsen, die Bergschluchten, die Steinbrüche, überhaupt alle die Orte, wo Gesteinsmassen bloßliegen, denen wir unsere Aufmerksamkeit zuzuwenden haben. Wird in einem Steinbruche recht fleißig gearbeitet, so empfiehlt es sich, demselben mindestens allmonatlich einen Besuch abzustatten. Sollten wir dabei auch nicht immer etwas Neues finden, so werden wir doch selten den Bruch verlassen, ohne eine neue Beobachtung gemacht zu haben. Ferner verdienen alle Orte, wo Straßen, Eisenbahnen, Tunnel gebaut, und infolgedessen Sprengarbeiten vorgenommen werden, unsere Beachtung, und zwar um so mehr, als sie meist nicht lange zugänglich sind. Die ergiebigsten Fundorte für die verschiedenartigsten Mineralien sind aber die Erzbergwerke, wie wir sie z. B. im Harz bei Goslar, Klausthal, Andreasberg und im Erzgebirge bei Freiberg, Schneeberg, Johanngeorgenstadt, Joachimsthal antreffen. Hier werden wir nicht nur manches schöne Mineral, namentlich manche schöne Erzstufe für wenig Geld erwerben können, wir werden auch Gelegenheit haben, den Erzbergbau oder die Gewinnung der Erze und nicht selten auch deren Verhüttung (d. i. die Darstellung der Metalle aus den Erzen) etwas näher kennen zu lernen.

Da die Mineralien in den seltensten Fällen in losen Stücken vorkommen, sondern meist sich auf irgendeine Weise in den Gesteinen finden und von diesen getrennt werden müssen, so gehören Hammer und Meißel zu den unentbehrlichen Ausrüstungsgegenständen des Mineralogen. Beide Werkzeuge, die auf Ausflügen am Gürtel oder an einem Riemen getragen werden, müssen aus gutem Stahl, der weder ausspringt, noch sich platt schlägt, sein*). Das Herausarbeiten der Mineralien aus festem Gestein mit Hilfe von Hammer und Meißel ist aber keine so leichte Sache und kann nur nach und nach gelernt werden. Wollten wir z. B. aus einer glatten Gesteinsplatte ein Stück heraushauen, etwa eine Stelle, wo ein Krystall aufsitzt, oder wo eine hübsche Versteinerung eingeschlossen ist, und den Meißel ohne weiteres ansetzen, so würden wir wohl nur Splitter, aber kein größeres Gesteinsstück erhalten. Um den angegebenen Zweck zu erreichen, müssen wir vielmehr mit dem Hammer einige tiefe Löcher in der Nähe jener Stelle in die Platte hacken und diese dann mit dem Meißel zu tiefen Rinnen zu verbinden suchen. Setzen wir nun den Meißel schräg in einer solchen Rinne an, so können wir durch einen recht kräftigen Schlag mit dem Hammer sicherlich ein handliches Stück aus der Felsplatte loslösen. Aber diese Arbeit verlangt, wie gesagt, Übung, und wir werden gut thun, uns diese schon daheim zu verschaffen.

Auch das Zurechtschlagen oder Formatisieren der Mineralien ist zuweilen nicht leicht, da es dabei darauf ankommt, dem Mineral eine gefällige Form zu geben, überall frischen Bruch herzustellen und abgeriebene Stellen zu entfernen und doch wesentliche Teile dabei zu schonen. Gesteine schlägt man gewöhnlich zu rechteckigen Stücken von etwa 7 cm Länge und 5 cm Breite (kleines Format) oder 11 cm Länge und 8 cm Breite (großes Format). Bei einfachen Mineralien können die Stücke auch kleiner sein, und die Form muß sich dabei nach etwa aufsitzenden Krystallen richten, denen man überhaupt oft einen gefälligen Umriß zum Opfer bringen muß, wie dies auch bei eingeschlossenen Versteinerungen nicht selten der Fall sein wird. Abgerundete, im Umriß dreieckige und ebenso zu hohe oder zu dünne Stücke werden sich in der Sammlung nie gut ausnehmen. Auch kleine Splitter, womit sich Anfänger so gern begnügen, gehören nicht in dieselbe, obschon sie zu Lötrohrproben und anderen

*) Empfehlenswert sind der Mineralienhammer und Meißel, die man nebst einer Tasche von Leder mit Tragriemen zum Umhängen für den Preis von 6,50 ℳ durch die Leipziger Lehrmittel-Anstalt von Dr. Oskar Schneider beziehen kann.

Untersuchungen sehr gut zu verwenden sein werden. Die Stücke für die Sammlung sollten nie unter 2,5 cm lang und breit (kleinstes Format) und möglichst von gleicher Größe sein.

Die frisch geschlagenen Mineralien müssen sofort nach dem Schlagen in weiches Papier gewickelt werden, damit sie sich in der Reisetasche, in die sie dann kommen, nicht reiben und stoßen und dadurch ihr frisches Ansehen verlieren. Beim Einpacken in eine Kiste muß man sie noch zwischen Heu, Moos, Werg u. dgl. legen. Sehr zerbrechliche, erdige oder mit nadel- oder haarförmigen Krystallen versehene Stücke werden in besonderen Schachteln verwahrt und wohl auch noch durch Watte geschützt.

Hat man die Mineralien glücklich nachhause gebracht, so werden sie, wenn es nötig erscheint, durch vorsichtiges Waschen von anhaftendem Staub oder Schmutz gereinigt. Darauf bringt man jedes einzelne Mineral in ein besonderes offenes Pappkästchen mit niederem Rand und legt unter das Mineral einen Zettel, der Namen und Fundort desselben und die Art seines Vorkommens trägt. Es empfiehlt sich, jedem Mineral schon beim Auffinden einen Zettel mit Angabe des Fundortes beizugeben, auch wenn man das Mineral nicht kennen sollte. Die Zettel den Mineralien anzukleben, ist nicht ratsam.

Die Anordnung der Mineralien kann in der Weise erfolgen, daß man alle Mineralien, die zu ein und derselben Klasse gehören (vgl. S. 183), in je einem größeren Kasten verwahrt. Zu solchen Aufbewahrungskästen werden sich stärkere Zigarrenkisten, die man innen mit weißem, außen mit dunklem Papier beklebt, recht gut eignen. Dem Anfänger werden zunächst vielleicht vier solche Kästen genügen; in dem einen wird er die Elemente und die Brenze, in den drei anderen je eine der übrigen drei Klassen verwahren. Hat sich die Zahl der Mineralien vermehrt, so müssen auch die größeren Ordnungen der verschiedenen Klassen besondere Kästen erhalten. Ja, huldigt man dem richtigen Grundsatze, daß es vorteilhafter ist, wenige Mineralien in ihren verschiedenen Abänderungen, als viele Mineralien in einem einzigen Stücke zu besitzen, so wird man sogar einzelnen abänderungsreichen Mineralien, wie z. B. dem Quarz, einen besonderen Kasten anweisen müssen.

Schließlich sei nochmals darauf hingewiesen, daß das bloße Sammeln der Mineralien immer nur ein Mittel zur Belehrung sein soll, und daß wir uns nicht damit begnügen dürfen, „unsere bunten und schöngeformten Steine in zierliche Pappkästchen neben einander zu stellen, die uns fehlenden Arten durch Kauf oder Tausch zu erwerben und dann

am Anblicke unserer Seltenheiten uns zu weiden", sondern daß wir unsere Mineralien vor allen Dingen auch *selbst untersuchen, mit ihnen experimentieren müssen*, wenn unsere Kenntnis derselben nicht bloß eine oberflächliche bleiben soll.

VIII. Die Schmucksteine.

Schmucksteine nennt man diejenigen Mineralien, welche sich durch Schönheit und Reinheit der Farbe, Glanz (Feuer), Durchsichtigkeit (Wasser), Härte und Polierfähigkeit auszeichnen und daher Gegenstand des Schmuckes sind und von Juwelieren verarbeitet werden. Sie werden gewöhnlich als *Edelsteine* und *Halbedelsteine* unterschieden. Erstere besitzen alle oder doch die meisten der genannten Eigenschaften und besonders einen hohen Grad von Härte (in der Regel über 7), letztere besitzen jene Eigenschaften nur teilweise oder in geringerem Grade; doch läßt sich zwischen Edelsteinen und Halbedelsteinen keine strenge Grenze ziehen, noch viel weniger aber eine Stufenleiter des Wertes aufstellen, da dieser wesentlich von der Schönheit des einzelnen Steines bedingt wird. Im Handel gelten in der Regel als Edelsteine der *Diamant*, *Korund* (*Rubin*, *Saphir*), *Chrysoberyll*, *Spinell*, *Topas*, *Beryll* (*Smaragd*, *Aquamarin*), *Zirkon*, *Granat*, *Turmalin*, *Chrysolith*, *Türkis*, *edler Opal*, *Feueropal*; als Halbedelsteine der *Bergkrystall*, *Rauchquarz*, *Citrin*, *Amethyst*, *Rosenquarz*, *Prasem*, *Katzenauge*, *Avanturin*, *Jaspis*, *Chalcedon*, *Carneol*, *Chrysopras*, *Plasma*, *Heliotrop*, *Achat*, *Opal*, *Adular*, *Labradorit*, *Obsidian*, *Lasurstein*, *Cyanit*, *Malachit*, *Bernstein*. Die Juweliere binden sich übrigens nicht immer an die den Schmucksteinen von den Mineralogen gegebenen Namen, sondern bezeichnen mitunter sehr verschiedene Steine nach einem gemeinschaftlichen, charakteristischen Merkmale mit demselben Namen; so nennen sie z. B. rote Steine „Rubin", die der Mineralog teils dem Korund, teils dem Spinell, teils dem Topas beizählt. Ebenso bedient sich der Juwelier des Beiwortes „orientalisch" für besonders schöne Steine, ohne damit sagen zu wollen, daß alle so benannten Steine aus dem Morgenlande stammen.

Die Form, in der die oben genannten Edel- und Halbedelsteine in der Natur vorkommen, ist nur in den seltensten Fällen eine solche, die sie zu Schmucksteinen geschickt macht. Gewöhnlich haben sie sogar ein recht unscheinbares Aussehen, und es gehört oft ein sehr geübtes Auge

dazu, um in dem rohen Stein das Juwel zu erkennen. Damit die schätzbaren Eigenschaften der Steine hervortreten, und diese zu würdigen Gegenständen des Schmuckes werden, muß ihnen die Kunst die für diesen Zweck vorteilhafteste Form geben, sie müssen *geschliffen* oder *geschnitten* werden.

Im Altertum und bis weit in das Mittelalter hinein war diese Kunst der Steinschleiferei wenig ausgebildet; besonders der Diamant setzte seiner außerordentlichen Härte wegen allen Bearbeitungsversuchen unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen. Man begnügte sich damals mit dem Polieren der äußeren Flächen und faßte die Steine so, daß sie an Schnüre gereiht getragen wurden. Erst gegen den Ausgang des 13. und Anfang des 14. Jahrhunderts bildeten sich einzelne Steinschneiderzünfte, und in der Mitte des 15. Jahrhunderts entdeckte *Ludwig v. Berquen* aus Brügge die Kunst, die Diamanten mit ihrem eigenen Pulver zu schleifen. Diese Entdeckung war von großer Bedeutung, denn nur mit Hilfe dieses Mittels war und ist es möglich, auch dem härtesten Steine eine beliebige Form und die schönste Politur zu geben, und seit jener Zeit entwickelte sich die Kunst der Steinschleiferei, die besonders in Amsterdam und Paris betrieben wird, zu ihrer jetzigen Höhe und Vollkommenheit.

Das Diamantpulver oder der *Diamantbort*, dessen man zum Schleifen bedarf, wird durch Zerstoßen von schlechten Steinen oder Abfällen in einem kleinen Stahlmörser dargestellt, auch benutzt man den beim Schleifen selbst fallenden Staub, der zu diesem Zwecke stets sorgfältig gesammelt wird, natürlich immer wieder.

Die ganze Arbeit des Diamantschleifens zerfällt in das *Spalten*, *Schneiden* und *eigentliche Schleifen* oder *Polieren*.

Das *Spalten* nimmt man vor, um die spätere Form des Steines schon im voraus im allgemeinen zu bestimmen und um schadhafte Stellen ohne große Mühe wegzubringen. Die oktaëdrische Spaltbarkeit des Diamants ist dabei von großem Nutzen, doch erfordert die Bestimmung der Spaltungsrichtungen große Übung und Geschicklichkeit, besonders dann, wenn deutliche Kryställflächen fehlen. Zum Zwecke des Spaltens wird die abzuspaltende Stelle durch Einschneiden mit einem Diamantsplitter vorgezeichnet, der Stein dann in einen Kittstock so weit eingekittet, daß nur der abzuspaltende Teil hervorragt, und dieser darauf durch einen kurzen kräftigen Schlag auf einen feinen, in den Einschnitt gesetzten Meißel abgeschlagen.

Durch das *Schneiden* werden, wenn auch nicht alle, so doch die

wichtigsten Flächen (Facetten) hervorgebracht, und dadurch den Steinen ihre besondere Form erteilt. Es werden in der Regel zwei Steine gleichzeitig durch Aneinanderreiben bearbeitet, die man in zwei Kittstöcke mit Hilfe von Kitt oder Schnellot einsetzt, was mit besonderer Vorsicht geschehen muß, damit man auch wirklich die Flächen erhält, die man hervorbringen will. Die Kittstöcke werden nun so lange in drehender Bewegung gegen einander gerieben, bis die gewünschten Flächen eben und von gehöriger Größe erscheinen. Die Diamanten werden dann aus den Kittstöcken herausgenommen und in anderer Lage wieder eingesetzt, und damit so lange fortgefahren, bis alle Flächen vorhanden sind. Diese erscheinen aber noch matt und ohne Glanz, und um diesen hervorzurufen, nimmt man endlich noch das Polieren vor.

Das Polieren erfolgt auf horizontalen Drehscheiben von weichem Stahl, welche meist mit Hilfe von Maschinenkraft in sehr rasche Drehung versetzt werden können. Den Drehscheiben erteilt man vorher durch Streichen mit Wetzsteinen eine etwas rauhe, gekerbte Oberfläche, damit der Diamantstaub, der mit Öl darauf gestrichen wird, besser haftet, und damit von diesem immerhin kostbaren Material nichts verloren geht. Die Steine werden in passender Stellung in einer kelchförmigen Messingbüchse mit Hartlot festgekittet, und diese beim Schleifen fest gegen die Scheibe angedrückt. Auf diese Weise werden nicht nur die größeren, schon erhaltenen Flächen poliert, sondern auch die kleineren, noch fehlenden angeschliffen.

Die Schnittformen des Diamant und der übrigen Schmucksteine sind verschieden; sie richten sich nach der ursprünglichen Gestalt des rohen Steines, die für die Schnittform schon deshalb bis zu einem gewissen Grade maßgebend sein wird, als man den Stein durch den Schnitt so wenig wie möglich verkleinern will, dann nach der Schönheit der Farbe und Durchsichtigkeit des Steines und endlich auch nach der Geldsumme, die man an das Schleifen wenden will.

An den meisten geschliffenen Steinen unterscheidet man den Oberteil oder Pavillon, den Unterteil oder die Culasse und den Rand (Gürtel) oder die Rundiste. Der Rand ist der breiteste und zugleich derjenige Teil des Steines, an welchem er in der Fassung befestigt wird. Der Unterteil geht manchen Formen ab. Von größter Wichtigkeit ist die Dicke der Steine und das Höhenverhältnis zwischen Oberteil und Unterteil, weil darauf die größere oder geringere Durchsichtigkeit und Lichtbrechung wie der Farbenglanz des Stückes beruht. Jenes Höhenverhältnis ist für wasserhelle und schön gefärbte, durchsich-

tige Steine ein fest bestimmtes: der Oberteil nimmt ein Drittel, der Unterteil zwei Drittel der Steinhöhe ein.

Die hauptsächlichsten Schnittformen sind der Brillantschnitt, der Rosettenschnitt, der Tafelschnitt, der Treppenschnitt, der gemischte Schnitt und der mugelige Schnitt.

Der Brillantschnitt ist der wertvollste und schönste von allen; der wertvollste, weil er am mühsamsten herzustellen ist und den größten Materialverlust herbeiführt, der schönste, weil er die glänzendsten Eigenschaften der Edelsteine am meisten hervortreten läßt. Der Oberteil des Steines (Taf. 8, Fig. 14 Ansicht von oben, Fig. 15 Seitenansicht) ist von einer horizontalen Fläche und drei- und vierseitigen Facetten, der Unterteil von einer kleinen horizontalen Fläche und zwei Reihen vier- und fünfseitiger Facetten begrenzt.

Der Rosettenschnitt wird, da er dem Brillantschnitt nachsteht, dann angewendet, wenn der Stein nur mit großem Verluste zum Brillant geschnitten werden könnte. Die Rosetten (Taf. 8, Fig. 16 u. 17) haben keinen Unterteil, sondern sind unten durch eine ebene Fläche, oben durch zwei Reihen dreiseitiger Flächen begrenzt, von denen die, welche an die Einfassung stoßen, Querfacetten, die übrigen, in eine Spitze zusammenlaufenden, Sternfacetten genannt werden.

Der Tafelschnitt wird bei Steinen von geringer Dicke oder bei abgespaltenen Stücken, im allgemeinen bei minder wertvollen Steinen angewendet. Der Schnitt giebt wenig Glanz, und die Steine (Fig. 18, 19) haben eine gedrückte, oben und unten ziemlich flache Form.

Der Treppenschnitt wird besonders bei gefärbten Steinen angewendet. Der Oberteil des Steines (Fig. 20, 21) erhält eine große horizontale Fläche, ein Viereck oder ein Achteck, und zwei Reihen vierseitiger Facetten, der Unterteil, ebenfalls von vierseitigen Facetten begrenzt, endigt in eine Spitze.

Der gemischte Schnitt ist eine Verbindung des Brillant- und Treppenschnittes. Der Oberteil des Steines wird mit der Tafel und zwei Reihen dreiseitiger, abwechselnd gestellter Facetten, der Unterteil mit vielen Reihen vierseitiger Facetten ausgestattet.

Der mugelige Schnitt wird besonders bei Steinen angewendet, die sich durch ein eigentümliches Farbenspiel, einen Lichtschein oder durch Irisieren auszeichnen (edler Opal, Türkis, Katzenauge). Der Stein ist oben gewölbt, unten flach (Fig. 22, 23), oder auch beiderseits flach gewölbt.

Das Schleifen der übrigen Edelsteine erfolgt in ähnlicher Weise

wie bei dem Diamant, nur mit dem Unterschiede, daß man dieselben mit einem möglichst harten Schleifmittel (Diamantbort oder Smirgel) vollständig fertig schneidet, und mit einem Poliermittel (Tripel, Polierschiefer, Zinnasche), das seine Härte möglichst wenig übertrifft, glatt poliert.

Die geschliffenen Edelsteine werden sehr häufig noch weiter bearbeitet, indem man auf ihnen Schriftzüge, Figuren u. dgl. vertieft oder erhaben anbringt. Derartige Steine werden Gemmen genannt, und zwar bezeichnet man jene, welche vertiefte Figuren besitzen, als Intaglien, die mit erhabenen Figuren als Cameen, die Arbeit selbst aber als Gravieren oder Steinschneiden im engeren Sinne. Die Kunst des Gravierens ist außerordentlich alt. Von den alten Ägyptern wissen wir, daß sie Gemmen aus edlen und halbedlen Steinen fertigten, welche den Pillenkäfer (Scarabaeus) darstellten, den sie für heilig hielten. Moses erwähnt die geschnittenen Steine und die Steinschneider (2. Buch, Kap. 28), und von den Babyloniern erzählt Herodot, daß jeder von ihnen einen Siegelring trug. Die größte Geschicklichkeit und den feinsten Geschmack in der Bearbeitung der Gemmen entfalteten aber die Griechen und Römer. Ihre Gemmen, von denen sich viele erhalten haben und bei Ausgrabungen noch immer zutage gefördert werden, tragen oft die zierlichsten, gruppenreichsten Bildwerke.

Während zur Herstellung von Ringsteinen alle Arten der Edelsteine und Halbedelsteine benutzt werden, wendet man zur Herstellung der eigentlichen Gemmen mit Vorliebe besondere Abänderungen der Achate an, nämlich die, welche aus feinen parallelen Lagen von sehr verschiedener Färbung bestehen; am beliebtesten ist der Onyx, der abwechselnd schwarze und weiße Lagen zeigt. Die Bearbeitung erfolgt nun in der Weise, daß man das Bildwerk in der einen Lage so ausarbeitet, daß die zweite, anders gefärbte als Grund erscheint, von dem sich dann das erstere um so schöner abhebt. Noch geschätzter sind diejenigen Stücke, welche Lagen von mehr als zwei Farben besitzen, bei denen man also einzelne Teile des Bildwerks, z. B. die Gewandung, mit besonderer Färbung ausarbeiten kann.

Die Art und Weise, wie die geschliffenen Steine befestigt werden, wird Fassung genannt. Steine, deren Ober- und Unterseite von der Fassung frei sind, bei denen also nur der Rand in der Fassung steckt, nennt man am Rande (à jour) gefaßt; wird der Rand und die Unterseite durch die Fassung verdeckt, so heißen sie im Kasten gefaßt. Die erste Art der Fassung ist am besten geeignet, den Stein in seiner ganzen Schönheit sichtbar zu machen und eignet sich nur für ganz fehler-

freie, tadellose Steine. Die Fassung im Kasten wird dann mit Vorteil angewendet, wenn der Stein Fehler hat, welche die Kunst verdecken soll, eine Kunst, die der Juwelier „das Aufbringen" der Steine nennt. Dazu gehört das Verdecken etwaiger Flecken oder Trübungen des Steines durch entsprechende Färbung des Kastenbodens, oder die Erhöhung seines Glanzes und seiner Farbe durch Unterlegen einer Folie (eines gefärbten oder ungefärbten Metallplättchens). Zum Fassen von farblosen, wasserhellen Steinen ist Silber und noch mehr Platin vorteilhafter als Gold. Oft umgiebt man auch größere Steine in der Fassung mit kleineren, um die Farbe oder den Glanz des Hauptsteines zu erhöhen, und nennt dieses Verfahren Karmoisieren.

Die meisten Edelsteine werden sehr täuschend durch gefärbte Glasflüsse nachgeahmt, und diese Nachahmung hat besonders in Deutschland und Frankreich einen hohen Grad von Vollkommenheit erreicht. Die verschiedenen Vorschriften zu solchen Glasflüssen, die nach ihrem Erfinder Straß genannt werden, stimmen alle darin überein, daß sie einen sehr hohen Prozentteil Blei enthalten. Ihre gewöhnliche Zusammensetzung ist folgende: 32 Proz. Bergkrystall (reinste Kieselerde), bis 50 Proz. Bleisuperoxyd (Mennige), 17 Proz. Kali, 1 Proz. Borax und 0,03 Proz. Arsenik. Der französische Chemiker Lamy hat diese Glasflüsse dadurch vervollkommnet, daß er statt des Kali das 1861 entdeckte Element Thallium anwendet und dadurch den aus dieser Mischung gefertigten Steinen ein wahrhaft prachtvolles Farbenspiel verschafft.

Der nach obiger Vorschrift bereitete Straß ist wasserhell und farblos; will man farbige Steine dadurch nachahmen, so wird er von neuem geschmolzen und dann setzt man ihm Metalloxyde zu, welche die beabsichtigte Farbe geben. So nimmt man z. B. auf 1000 Teile Straß zu Smaragd 8 Teile Kupferoxyd und 0,2 Teile Chromoxyd, zu Saphir 15 Teile Kobaltoxyd, zu Amethyst 8 Teile Manganoxyd, 5 Teile Kobaltoxyd, 0,2 Teile Goldpurpur. Der reine Straß bildet das Material zu den künstlichen Diamanten. Die künstlichen Schmucksteine unterscheiden sich von den echten durch geringere Härte und höheres Eigengewicht.

Druck der Engelhard-Reyherschen Hofbuchdruckerei in Gotha.

Das

Mineralreich

bearbeitet

von

Dr. Otto Wünsche,
Oberlehrer am Gymnasium zu Zwickau.

Fünfte gänzlich umgearbeitete Auflage

des fünften Bandes

der gemeinnützigen Naturgeschichte von Prof. **Dr. H. O. Lenz.**

Zweiter Teil: **Spezielle Mineralogie.**

Gotha.
Verlag von E. F. Thienemanns Hofbuchhandlung.
1885.

Inhaltsübersicht.

B. Spezielle Mineralogie.

Seite

I. Klasse. **Elemente** 1
1. Ordnung. Metalle 1
2. Ordnung. Nichtmetalle 72

II. Klasse. **Erze** 92
1. Ordnung. Schwefel-Erze, sulfidische Erze 92
a. Gruppe der Kiese 92
b. Gruppe der Glanze 102
c. Gruppe der Blenden 110
2. Ordnung. Sauerstoff-Erze, oxydische Erze 114
3. Ordnung. Salz-Erze, salinische Erze 135

III. Klasse. **Steine**, Geolithe 154
1. Ordnung. Quarze, Silicite 154
2. Ordnung. Felspate, Felsite 174
3. Ordnung. Schwellsteine, Zeolithe 185
4. Ordnung. Edelsteine, Sklerite 189
5. Ordnung. Hornblenden, Amphibolite 210
6. Ordnung. Glimmer, Phyllite 218
7. Ordnung. Talke, Steatite 221
8. Ordnung. Thone, Argillite 227

IV. Klasse. **Salze**, Haloide 239
1. Ordnung. Kohlensaure Salze, Carbonate 239
2. Ordnung. Schwefelsaure Salze, Sulfate 261
3. Ordnung. Phosphorsaure Salze, Phosphate 273
4. Ordnung. Borsaure Salze, Borate 277
5. Ordnung. Salpetersaure Salze, Nitrate 280
6. Ordnung. Salzsaure Salze, Chloride 283
7. Ordnung. Flußsaure Salze, Fluoride 297

V. Klasse. **Brenze**, Phytogenide 301
1. Ordnung. Kohlen, Anthrakoide 301
2. Ordnung. Harze, Retinalithe 320

B. Spezielle Mineralogie.

Anordnung und Betrachtung einzelner Mineralien.

I. Klasse. Elemente.

Hierher gehören diejenigen Mineralien, welche Elemente oder Grundstoffe im chemischen Sinne sind. Die meisten chemischen Elemente kommen nicht in reinem oder gediegenem Zustande in der Natur vor, sondern werden künstlich aus ihren Verbindungen (auf chemischem Wege) dargestellt. Die Elemente zerfallen in Metalle und Nichtmetalle.

1. Ordnung. Metalle.

Die Metalle haben einen eigentümlichen Glanz (Metallglanz), helle (weiße, hellgraue, rote, gelbe) Farben, unveränderten, glänzenden Strich, geringe Härte und hohes Gewicht (unter ihnen befinden sich die schwersten Körper auf Erden). Sie sind undurchsichtig und gute Leiter der Wärme und Elektricität. Es gehören hierher die edlen Schwermetalle: Gold, Silber, Platin, Quecksilber, und die unedlen Schwermetalle: Eisen, Kupfer, Blei, Wismut, Antimon, Arsen. (Die sogenannten edlen Metalle verändern sich an der Luft und im Wasser nicht.) Einige der häufigeren Metalle, wie z. B. Zinn und Zink, kommen in der Natur nicht gediegen (d. h. für sich allein oder nur mit anderen Metallen gemengt) vor, sondern werden, wie zum größten Teil auch die gediegen vorkommenden (mit Ausnahme von Gold und Platin) aus ihren Erzen dargestellt.

a. Edle Metalle.

Das **Gold** gilt neben dem Silber seit Menschengedenken als das Mittel, mit dem man alle Wünsche befriedigen kann; es ist daher auch

von jeher das Ziel der Menschen gewesen. Die Alchemisten nannten es den „König der Metalle" und verglichen es mit dem Lichte der Sonne. Nach dem alten arabischen Naturforscher Kaswini ist es „das edelste Geschenk, welches Gott den Menschen gemacht hat, indem durch dasselbe die Geschäfte in diesem Leben in regelmäßigem Gang und die Verhältnisse zwischen den Menschen in Ordnung erhalten werden", und Christoph Kolumbus, dem es, wie keinem andern Sterblichen, beschieden war, die Anschauungen und Kenntnisse, den geistigen und materiellen Besitz der Menschheit auszudehnen und zu bereichern, schreibt: „Das Gold ist das Allervortrefflichste. Gold ist ein Schatz; wer diesen besitzt, kann alles, was er auf dieser Welt wünscht, sich verschaffen und Seelen dem Paradiese zuführen."

Der hohe Wert des Goldes gründet sich keineswegs allein auf seine Seltenheit; es besitzt verschiedene Eigenschaften, welche ihm einen hohen Rang unter den Metallen anweisen. Es hat eine sehr schöne, lebhaft gelbe Farbe, schönen, starken Glanz, läßt sich leicht zu jeder Form verarbeiten, verändert sich weder im Feuer, noch im Wasser, noch an der Luft, auch wird es weder von Schwefelwasserstoff (wie das Silber), noch von Säuren angegriffen; nur im Königswasser, einer Mischung von 1 Teil Salpetersäure und 2—4 Teilen Salzsäure (und in allen sauren Flüssigkeiten, welche Chlor entwickeln) wird es aufgelöst. Die Lösung ist braungelb und färbt Haut und Nägel purpurn. Setzt man derselben Eisenvitriol zu, so scheidet sich das Gold aus und fällt in Form eines feinen, rötlich-braunen Pulvers zu Boden; reibt man dieses Pulver, so wird es goldgelb. Das spezifische (eigentümliche) Gewicht des Goldes ist 19,4. Die Härte ist nicht groß; reines Gold ist weicher als Silber und nicht viel härter als Blei (H = 2,5). Gold besitzt unter allen festen Körpern die größte Dehnbarkeit. Aus einem Gramm Gold kann man einen Draht von 2000 m Länge herstellen, und das feinste Blattgold besitzt nur eine Dicke von 0,0001 mm; mit einem Zehnmarkstück könnte man einen Reiter samt seinem Pferde vergolden. Hält man ein dünnes Goldblättchen gegen das Licht, so erscheint das Licht, durch das Gold gesehen, grün; hat man aber unechtes, aus Messing hergestelltes Blattgold, wie man es zur Weihnachtszeit zum Vergolden der Nüsse braucht, so behält das Licht seine Farbe; auch löst sich Messing in Salpetersäure auf, während Gold unverändert darin bleibt. Gold schmilzt erst bei einer Hitze von nahezu 1200° und leuchtet dann mit grünlichem Schein. Es ist bei der stärksten Hitze eines Gebläseofens nicht merklich flüchtig, doch findet man im Ruße der Öfen, in denen Gold geschmolzen wird, stets deutliche Spuren des Metalls.

Im Knallgasgebläse, im Gutfeuer des Porzellanofens, zwischen den Polen einer sehr starken elektrischen Batterie, läßt sich ein Golddraht in Dampf verwandeln. Hält man bei diesem Versuche einen Bogen weißen Papieres unmittelbar unter den Golddraht, so bildet sich darauf ein breiter, dunkel-braunroter Strich von feinverteiltem Gold; wählt man statt des Papieres eine polierte Silberplatte, so erscheint diese an der Stelle vergoldet. Das geschmolzene Gold zieht sich beim Erstarren sehr stark zusammen und kann daher nur beschränkt zum Gießen in Formen benutzt werden. Auf Kohle schmilzt Gold vor dem Lötrohre ohne große Schwierigkeit zu einer kleinen Kugel. War es mit Kupfer versetzt, so erscheint die Kugel nach dem Erkalten schwarz; glüht man sie aber nochmals im Flammensaume mit etwas angefeuchtetem Borax und löst diesen hernach in heißem Wasser auf, so erscheint sie schön gelb. Legt man neben ein Stückchen Gold ein Stückchen Platin, oder Silber, Kupfer, Zinn, Blei, Antimon, Wismut auf die Kohle, deckt etwas Soda darauf und glüht beide Metalle in der Spitze des Lötrohrflammen-Mantels, so schmelzen sie leicht zusammen. Drückt man etwas Blattgold vermittelst der Messerspitze mit einem Quecksilberkügelchen zusammen, so vereinigen sich beide Metalle, auch ohne erhitzt zu werden, leicht. Das Gold hat hakigen Bruch.

Das Gold kommt in der Natur immer mit mehr oder weniger Silber (es sind 1 bis fast 40 Prozent nachgewiesen worden) gemengt oder legiert vor; ebenso enthält es fast stets Spuren von Kupfer und Eisen, wie denn überhaupt ganz reines Gold nicht vorzukommen scheint. Meist bildet das Gold Körner oder Blättchen oder haar-, draht-, baum- oder moosförmige Gebilde, seltener kleine, regelmäßige, von ebenen Flächen begrenzte Körper oder Krystalle, noch seltener einigermaßen große Klumpen oder Bleche. Die kleinen Krystalle des Goldes haben meist die Form von regulären Oktaëdern (Achtflächnern) oder Hexaëdern (Würfeln), seltener kommen Rhombendodekaëder, Tetrakishexaëder oder Ikositetraëder vor. Durch den Gehalt an Silber sinkt das Gewicht des Goldes bis 15,6, die Farbe wird blasser, die Phosphorsalzperle wird, wenn man Phosphorsalz mit silberhaltigem Gold vor dem Lötrohr zusammenschmilzt, gelb gefärbt und undurchsichtig, während sie bei reinem Gold unverändert bleibt; endlich scheidet sich auch das Silber beim Auflösen des Goldes in Königswasser aus, indem es sich mit dem Chlor der Salzsäure zu Chlorsilber verbindet, welches sich in der Flüssigkeit nicht auflöst, sondern zu Boden fällt. Am Ural kommt Gold vor, welches in 100 Teilen nur 0,16 Silber und 0,35 Kupfer und

0,05 Eisen enthält; das Gold in Kalifornien enthält in 100 Teilen 9 Teile Silber, 0,86 Teile Kupfer und Eisen; manches südamerikanische Gold enthält fast 10 Prozent Palladium und etwas über 4 Prozent Silber; in Mexiko ist zuweilen etwas Rhodium dem Golde beigemengt. Von der Verbindung des Goldes mit Tellur wird später die Rede sein. Von mehreren Mineralogen wird das hellgelbe Gold, welches über 20 Prozent Silber enthält und ein Gewicht von 14,1 bis 14,6 hat, unter dem Namen Elektrum von dem Golde abgesondert.

Es tritt oft der Fall ein, daß andere gelbe Mineralien für Gold angesehen werden, z. B. goldgelber Glimmer, Eisenkies. Diese Mineralien werden jedoch vor dem Lötrohr sogleich schwarz, und können dann, wenn sie nochmals mit Borax geglüht werden, die gelbe Farbe nicht wiederbekommen; dagegen bleibt reines oder mit Silber legiertes Gold an Farbe unverändert, mit Kupfer legiertes wird zwar schwarz, mit Zusatz von Borax aber wieder gelb. Schlägt man ferner jene Mineralien mit dem Hammer, so zerfallen sie, wenn die Stückchen nicht gar zu klein sind; bei Gold sieht man selbst bei sehr kleinen Stückchen in der Regel die Dehnung noch sehr deutlich. Von Messing und Bronze unterscheidet man Gold durch Salpetersäure, in der sich Messing und Bronze auflösen; von goldgelbem Glimmer kann man es durch Salpetersäure nicht unterscheiden, indem auch dieser von ihr nicht merklich verändert wird; Eisenkies wird von Salpetersäure aufgelöst.

Sehr kleine Mengen mit Silber verbundenen Goldes sind hie und da im Silberglanz, in der Silberblende, im Malachit, Kupferkies, Eisenkies, in der Zinkblende, Antimonglanz und im Arsenkies enthalten. In der Regel kommt das Gold aus den genannten Erzen, die man in diesem Falle güldisch nennt, erst bei den Hüttenprozessen zum Vorschein; der Rammelsberg bei Goslar enthält in 200 Zentnern Erz etwa den Betrag eines Zehnmarkstücks an Gold, und dieses scheint an Antimon und Arsen gebunden zu sein; der Goldgehalt der Lautenthaler Zinkblende im Harzgebirge wird, als zu gering, nicht ausgeschieden. Die Eisenkiese von Chessy bei Lyon sind bekannt als reich an Gold, indem sie ein Zehntausendteil Gold enthalten.

Obgleich das Gold eines der verbreitetsten Metalle ist — Sonstedt hat sogar im Meerwasser Spuren davon nachgewiesen —, so findet es sich im allgemeinen doch nur an wenigen Orten in größeren Mengen angehäuft. Während im Norden und in den gemäßigten Zonen Eisenerze in großen Massen angetroffen werden, kommen merkwürdigerweise die

edlen Metalle, vornehmlich das Gold, mehr in der Nähe des Äquators, hauptsächtich in noch unkultivierten Ländern vor.

Das Gold findet sich meist in Lehm-, Sand- und Geröllablagerungen, und zwar vorzugsweise in Gebirgsthälern, am Fuße oder an den Abhängen der Gebirge, im Bette der Flüsse. Solche Ablagerungen werden Goldseifen, bei einiger Ausdehnung Goldfelder genannt. Dieses Vorkommen, durch welches das Gold unter allen Metallen dem Menschen zuerst bekannt geworden sein muß, ist aber nicht das ursprüngliche, primäre, sondern ein sogenanntes sekundäres. Ursprünglich findet sich das Gold in festem Gestein eingewachsen, und vieles Gold wird aus goldhaltigen Gesteinen gewonnen, indem man die festen Massen zerkleinert, zu Pulver zerstampft und mit Wasser schlemmt oder wäscht, wobei wegen des hohen Gewichtes selbst die kleinsten Goldblättchen von den viel leichteren erdigen Bestandteilen zu trennen sind*). Dieses an sich mühsame Geschäft wurde den Menschen vielfach erspart, indem die festen Gesteine im Laufe der Zeiten infolge der Verwitterung zerbröckelten und so das Gold in den Gesteinschutt kam, aus welchem es durch Auswaschen mit Wasser gewonnen wird, wenn die Körnchen oder Blättchen zu klein sind, um ausgelesen zu werden. Daß das Gold sich so lose im Gesteinschutt finden konnte und noch findet und daß immer neue Goldlager gefunden werden, hängt mit der Eigenschaft des Goldes, sich weder durch den Einfluß der Luft noch des Wassers zu verändern, zusammen; es verwittert daher nicht mit den verwitternden Gesteinen, in denen es enthalten war.

Obgleich die Verwendung des Goldes zu Schmuck und Geräten im frühesten Altertume vielfach bekannt war, so sind doch über die alten Fundorte dieses Metalls teils gar keine, teils nur sagenhafte und unvollkommene Nachrichten vorhanden. Viele dieser Fundorte sind daher nicht mehr aufzufinden; viele sind auch erschöpft. Nach der Bibel war Ophir das erste bekannte Goldland; aber wir wissen bis heute weder in welcher Gegend, noch in welchem Erdteil dieses Land zu suchen ist; wahrscheinlich war es nur ein Stapelort für den Handel zwischen Indien

*) Daß schwerere Körperchen immer vor leichteren im Wasser untersinken und den Boden des Gefäßes bedecken, kann man an einem einfachen Versuche veranschaulichen. Man mengt Sand mit feinem Flintenschrot (Vogeldunst) und füllt mit diesem Gemenge einen Glascylinder ziemlich bis zur Hälfte. Gießt man nun den Cylinder voll Wasser und rührt darauf den Inhalt mit einem Stäbchen um, oder schüttelt man den Cylinder, nachdem man ihn vorher geschlossen hat, so wird man in kurzer Zeit finden, daß die Schrote sich am Boden, der Sand aber über ihnen sich abgesetzt hat.

und den Phöniziern. Nördlich vom untern Indus lag ein goldreiches Land, eine Sandwüste, in welcher riesige Ameisen (kleiner als Hunde und größer als Füchse) goldhaltigen Sand ausgraben und von ihren Höhlen aus bewachen sollten. Noch nördlicher wohnten einäugige Menschen, die Arimaspen, und hier wühlten vierbeinige Vögel, die Greife, das Gold aus dem Boden und stopften mit demselben ihre Nester aus. Nur was der Regen wieder davonspülte, kam jenen kühnen Indiern zugute, welche nach einer 3—4 Jahre dauernden Fahrt es wagten, das Gold aufzulesen und in ihren Säcken fortzuschleppen. Dieses Land ist wahrscheinlich um die Quellen des Indus und im südlichen nordasiatischen Rußland zu suchen. Ebenso werden Lusitanien (ungefähr das jetzige Portugal), Asturien (an der Nordküste Spaniens) und Galizien (im nordwestlichen Spanien) als Goldländer gerühmt, und nach Herodot gehörten der Pangäus in Thracien, wo Philipp von Macedonien Gold holte, und die Insel Thasos ebenfalls dazu. Auch der Goldreichtum mancher Flüsse war den Alten wohl bekannt, wie der des Pactolus in Kleinasien, des Tajo und des Po; der erstere soll namentlich von Krösus ausgebeutet worden sein. Nach Diodor lieferte Arabien besonders feuriges Gold, welches vorzugsweise zur Einfassung der Edelsteine gesucht wurde; auch Nubien und Ägypten, ja selbst die Sahara war in einigen ihrer Gebirge goldreich. Die Römer gewannen große Mengen Goldes von größter Reinheit in Illyrien, und zwar durch bloßes Auflesen, wie durch Graben. Auch die goldhaltigen Gesteine der deutschen Alpen waren den Römern nicht unbekannt geblieben, und noch heute trifft man z. B. bei Gastein alte Römerbaue in bedeutender Höhe. Daß man in früheren Zeiten in Deutschland, wie z. B. auf dem Thüringerwald, so bei Steinheide, in der Schwarza zwischen Saalburg und Weida, im Fichtelgebirge bei Goldkronach, in den schlesischen Gebirgen (bei Reichenstein und Goldberg) Gold gewonnen, namentlich aus Flüssen und Bächen gewaschen hat, ist noch jetzt im Volke nicht vergessen. Im 11., 12. und 13. Jahrhundert soll allein Goldberg in Schlesien wöchentlich $37\frac{1}{2}$ kg geliefert haben, d. i. doppelt so viel wie jetzt das gesamte Europa. Davon ist indessen nichts weiter geblieben, als das Sprichwort, daß die Goldberger Toten in Gold ruhen. Zahlreiche Seifenhügel (Hügel von ausgewaschenem Sand) im Böhmerwalde geben Zeugnis, daß einst auch hier die Goldwäscherei schwunghaft betrieben wurde. Heutzutage ist in Europa, von Rußland abgesehen, nur noch Österreich — namentlich durch Siebenbürgen und Ungarn — von einiger Bedeutung für die Goldgewinnung (1577 kg im Jahre 1877), während Deutschlands Erträgnis im Jahre 1862 auf

9½ kg, wovon 5 kg auf Sachsen und 4½ kg auf Hannover und Braunschweig kommen, herabgesunken war. Der Hauptsache nach sind dies die kleinen Nebengewinne aus goldhaltigem Silber und anderen Erzen. Hierzu mögen noch für mehrere tausend Mark Waschgold aus dem Rheine kommen, dem ehemals sehr berühmten deutschen Goldstrom, der zwischen Basel und Mannheim das edle Metall in seinem Sande führt. In den letzten Jahren haben sich die Produktionsziffern nicht unwesentlich höher gestellt.

In Siebenbürgen führen fast alle Flüsse Gold, und Goldwäscher beuten sie, besonders an ihrem Oberlaufe, an vielen Orten aus. Am reichsten an Goldminen und Goldwäschereien ist der westliche Teil des Landes, wo wie bei Börös-Patak bisweilen ganze Berge durch mehr als tausendjährige Bergmannsarbeit, wie Honigwaben durchlöchert sind. Der Hauptort des Bergwerkbetriebs in Ungarn ist seit langer Zeit das im Eipelthal gelegene Schemnitz. Über 18 000 Arbeiter sind in den Gruben-, Poch-, Wasch- und Schmelzwerken thätig; ein Wassergöpel hebt das Grubenwasser 300 m hoch und fördert es zutage, während ein Dampfpochwerk das Gestein, welches goldhaltiges Schwefelsilber führt, zermalmt. Außerdem sind in Ungarn noch Bergwerke zu Königsberg, Felsöbanya und Telkebanya in Betrieb. Die Bergwerke zu Kremnitz geben keine Ausbeute mehr.

Bei weitem reichhaltiger als alle diese Fundorte sind die Goldgruben Rußlands am östlichen Abhange des Ural und im östlichen Sibirien. Die Gruben des Ural, zu denen auch die von Beresow bei Jekaterinenburg zu rechnen sind, dehnen sich über 5—6 Breitengrade aus. Goldwäschereien werden hier seit 1814 betrieben. Als das goldreichste Gebiet gilt Miask mit sehr vielen Goldseifen, auf welchen auch größere Goldklumpen vorgekommen sind. Im Jahre 1842 fand man hier einen Goldklumpen, welcher 36 kg wog. In Sibirien fand man zur Zeit Peters des Großen in den am nördlichen Fuße des Altaigebirges gelegenen Steppen und Hügeln überall Grabstätten einer einst sehr zahlreichen, dann aber ausgestorbenen Völkerschaft, der Tschuden, und bei den Gebeinen kostbaren Schmuck an Gold, Silber, Kupfer und Eisen; zugleich fand man zahllose Schürfe, Halden und Gruben; aber die jetzigen Bewohner des Landes wußten von all den Schätzen nichts, litten sogar Mangel an metallnem Gerät, und tauschten es gierig für Zobel- und Fuchspelze ein. Nicht lange vor jener Zeit war ein einfacher Schmied in der Gewehrfabrik von Tula, Nikita Demidoff, in den Ural gezogen, hatte daselbst im Jahre 1699 die erste Eisenhütte, dann noch 10 andere

gebaut und so den unermeßlichen Reichtum der Demidoffschen Familie begründet. Sein Sohn untersuchte die Erze des Altai genauer und legte daselbst großartige Kupfer-, Gold- und Silbergruben und Schmelzwerke an; zuerst nahm er bei den alten Halden, am Fuße des Blauen Berges, Sinaja Sopka, eine Kupfergrube in Angriff, und erbaute den ersten Schmelzofen; im Jahre 1730 hatte er schon viele Gruben und Hüttenwerke angelegt und Häuser für die zahlreichen, großenteils weit hergeholten Arbeiter erbaut und eingerichtet, wodurch eine der wichtigsten sibirischen Städte, Barnaul*) am Obi, südlich von Kolywan entstand, welche jetzt noch bedeutende Hüttenwerke für Kupfer, Gold, Silber und Blei hat. An gediegenem Gold, Silber und Kupfer ist in jener Gegend namentlich der Schlangenberg reich. Im Jahre 1735 erwarb die russische Krone gegen eine reiche Entschädigung des Besitzers alle Berg- und Hüttenwerke des Altai, versetzte eine Menge Beamte, Verbannte und freie Kolonisten dahin, verpflichtete diese und die schon vorhandenen Bewohner der Gegend zur Arbeit, schickte Soldaten zum Schutz, baute viele kleine Festungen und dehnte die Erzgewinnung durch einen großen Teil des Altai bis zur chinesischen Grenze aus. — Was das übrige Asien betrifft, so ist die Ausbeute an Gold gering. Es findet sich in manchen Flüssen Syriens und Kleinasiens, in Indien und auf den Sundainseln, besonders auf Borneo. Auf Borneo sind die reichsten Goldwäschen im südöstlichen Teil der Insel; unbedeutend ist dagegen der Ertrag des westlichen Teils, wo Eingeborene und Chinesen das Gold aus Flüssen und Bächen waschen. Auch auf anderen Inseln findet sich Gold, und ohne Zweifel besitzen auch Japan und China ihre Goldgruben, obgleich wir darüber wenig Bestimmtes wissen.

Auch Afrika, welches den Pharaonen ihre Goldschätze lieferte, ist für die heutige Goldgewinnung von ziemlich untergeordneter Bedeutung. Die Goldküste an der Westseite lieferte früher eine ziemlich beträchtliche Ausbeute an Gold, die aber jetzt sehr abgenommen hat. Das meiste Gold findet sich noch in Kordofan, dem alten Äthiopien, zwischen Darfor und Abessinien und in Westafrika im obern Flußgebiet des Senegal und Djoliba, in Südafrika in Sofala (die Goldgewinnung betrug in den letzten Jahren etwa 3½ bis 5 Millionen ℳ) und im Transvaalstaate. In letzterm Gebiete ist das Gold erst 1871 aufgefunden worden. Die reichsten Goldfelder liegen etwa 70 km von

*) Was im Erzgebirge das weltbekannte Freiberg, das bedeutet in Sibirien Barnaul, das Zentrum und die Hochschule aller bergbaulichen Bestrebungen.

der Stadt Lydenburg und sind nur auf sehr schwierigen Bergwegen zugänglich. Von der Delagoabai können sie von Fußgängern in 10 Tagen erreicht werden. Das Leben in den Goldfeldern ist sehr teuer. Die monatliche Erlaubnis, Gold zu graben, beträgt zwar nur 5 ℳ, allein der Transport der Güter von der Küste her verteuert das Leben und der Gewinn ist kein besonderer.

Ob das Innere Afrikas noch unentdeckte Goldländer birgt? Wer könnte es mit Bestimmtheit verneinen? Um so eher dürfen wir in jenen ausgedehnten Ländern noch ungehobene Schätze vermuten, da die Bewohner zum Teil den Wert des Goldes nicht zu kennen scheinen, wie man aus folgender Mitteilung Camerons ersieht. „Als ich", so erzählt er, „bei Hamed ibn Hamed war, zeigte er mir eine ungefähr einen Liter haltende Kürbisflasche voll Goldkörner, deren Größe von der Spitze eines kleinen Fingers bis zu grobem Schrot variierte. Er sagte, seine Sklaven hätten diese Körner in Katanga beim Entleeren eines Wasserlochs gefunden und sie ihm mitgebracht, in der Meinung, sie seien als Schrot zu gebrauchen. Da er nicht gewußt, zu was solche kleine Stückchen nutze wären, habe er sie nicht weiter beachtet! Die Eingeborenen kennen zwar auch das Gold, schätzen es aber nicht, weil es so weich ist, ziehen deshalb das ‚rote Kupfer' dem ‚weißen' vor." (V. L. Cameron, Quer durch Afrika. Leipzig 1877. II, 281.)

In Südamerika ist besonders Brasilien reich an Gold. Man hat hier Gold, oft von Diamanten begleitet, an etwa 80 Punkten gefunden. Die meisten derselben liegen in der Provinz Minas Geraës. Den Wert des Goldes, welches in dieser Provinz gewonnen wird, schätzt man auf 4—5 Millionen ℳ pro Jahr. Über die Gewinnung des Goldes zu Morro velho in Brasilien berichtete H. Burmeister: „Das Lager wird auf drei kunstgerechten Gruben abgebaut, das goldhaltige Erz von 84 Stampfen zermalmt; der Pochschlamm fließt durch ein kupfernes Sieb über eine mit Kuhhäuten bedeckte Fläche, deren Häute alle zwei Stunden erneuert und in großen Kübeln abgewaschen werden. Was herausgewaschen ist, gelangt sofort zur Amalgamation. Jedes Faß bekommt 16 Kubikfuß Pochschlamm und 80 Pfund Quecksilber; darauf werden die Tonnen durch ein Wasserrad 30 Stunden lang in drehende Bewegung gesetzt, worauf man die Masse ausschüttet, ruhig hinstellt, bis sich das Amalgam zu Boden gesenkt hat. Dieses wird dann in lederne Beutel gefüllt, aus denen das freie Quecksilber ausläuft; das im Beutel Gebliebene wird dann im Ofen so geglüht, daß sich das Quecksilber als Dampf verflüchtigt." Der monatliche Gewinn des Werkes belief sich,

als H. Burmeister dort war, auf 35 000 Thaler. In Peru ist gegenwärtig die Ausbeute an Silber größer als die Ausbeute an Gold. Dagegen muß der frühere Goldreichtum Perus ungeheuer gewesen sein. Bekannt ist, daß die Spanier nicht nur die Tempel mit Goldplatten bekleidet, sondern auch goldene Sonnenbilder, die heiligen Lamas aus Gold nachgebildet, goldene Gärten, ja die Wasserleitungen stückweise mit Goldblech ausgelegt fanden. In den königlichen Palästen und im Sonnentempel von Cuzco fand man in die Fugen der Steine Gold gegossen.

In Mittelamerika ist Mexiko als Goldland bekannt. Nach A. Scobel hat kein Land der Erde mehr Gold und Silber geliefert als Mexiko, denn die gesamte Produktion wird für die Zeit von 1521—1875 auf 265 040 kg Gold und 76 205 400 kg Silber, zusammen im Werte von 14 456 Millionen ℳ geschätzt. Die Wichtigkeit liegt aber nicht nur in der mehrhundertjährigen Nachhaltigkeit, sondern auch noch in der jetzigen Ergiebigkeit.

In Nordamerika führen die Gebirge des Westens und deren Flußbetten Gold in reichem Maße. Das eigentliche Goldland ist Kalifornien. Hier wurden die ersten Goldspuren im Jahre 1847 auf dem Besitztum eines schweizerischen Auswanderers, Namens Sutter, der bis 1830 Hauptmann bei der Schweizergarde in Paris gewesen und am Ufer des Sacramento ein wohlhabender Ansiedler geworden war, aufgefunden. Es geschah bei Errichtung einer Sägemühle, als sein Baumeister einzelne glänzende Körner im Sande des Mühlgerinnes wahrnahm, die sich bei näherer Prüfung als Gold erwiesen; bei Anstellung weiterer Nachforschungen ergab sich, daß das edle Metall sehr verbreitet im Sande des Flusses vorkomme. Die Entdeckung wurde bald den Arbeitern bekannt, welche die Nachricht davon nach San Francisco trugen und in nicht langer Zeit war die ganze Einwohnerschaft des Städtchens nebst den zerstreuten Ansiedlern der Umgegend am Sacramento versammelt und mit Goldwaschen beschäftigt. Wenige Wochen, nachdem die Zeitung von San Francisco die erste Nachricht von der Entdeckung des Goldes gebracht, mußte sie zu erscheinen aufhören, da sich die Redaktion und sämtliche Arbeiter nach den Gruben begeben hatten. Die Ausbeute überstieg die kühnsten Erwartungen, neue und reichere Gruben wurden rasch nach einander entdeckt, das Gold fand sich in den meisten Nebenflüssen des Sacramento, im Schlamm dieses Flusses, in den Betten vertrockneter Bäche und an den Abhängen der Hügel. Die interessante Neuigkeit verbreitete sich rasch in die umliegenden Länder, nach Mexiko, nach Südamerika, nach den Vereinigten Staaten und von dort nach

Europa. Von allen Gegenden strömte ein Zug von Menschen nach der früher kaum gekannten, plötzlich aber im Munde eines jeden lebenden Gegend; nach wenigen Monaten war ein Fleck Erde von Europäern und Amerikanern bewohnt, der früher fast nur als Aufenthalt für einzelne Indianerstämme gedient hatte. Goldgräber und Bergleute verbreiteten sich über das ganze Land. San Francisco, noch vor sehr kurzer Zeit wenig mehr als ein Dorf, verwandelte sich in eine reiche und wichtige Stadt voll Betriebsamkeit und voll regen Lebens. — Die Arbeit der Goldwäscher am Mokelumne-Flusse, einem Nebenflusse des Sacramento, in jener ersten Zeit, wird von einem Augenzeugen in folgender Weise geschildert. „Das Bett eines trockenen Flußarmes war hart und felsig, loser Sand fand sich nur zwischen den felsigen Teilen. Der ganze Oberflächenraum, der ungefähr 1½ Hektar umfaßte, war mit großer Arbeit ganz umgewühlt und das Gold aus den Zerklüftungen des Schiefers, soweit man hatte gelangen können, gewonnen. Dem Unerfahrenen konnte kein Punkt weniger versprechen, als der vorliegende, und doch erlangten die Goldgräber durch Waschen des aus den Klüften hervorgesuchten Sandes eine reichliche Menge Gold. Die einzigen Arbeitsgeräte waren Schaufeln, eine Kratze zum Wegschaffen der Dammerde und flache hölzerne Tröge zum Verwaschen des Sandes. Ein geschickter Arbeiter hatte nach mehreren Minuten ein Dutzend Goldkörner reingewaschen. In einem Tage gewann eine Gesellschaft von zehn Männern sechs Pfund des reinsten Goldes. Als ich zuerst die Arbeiter sah, wie sie in der sengenden Sonnenhitze schwere Steine hoben, mit der Hälfte ihres Körpers im Wasser standen und mit ihren Händen in Sand und Thon gruben, schien mir die Enthaltsamkeit vom Goldgraben eine geringe Tugend zu sein; als aber in den Waschtrögen die funkelnden Goldkörner erschienen, da hätte ich sogleich die Schaufel ergreifen und ans Werk gehen mögen. — Es würde ein interessantes Studium für den Philosophen sein, die verschiedenen Wirkungen plötzlichen Reichwerdens bei verschiedenen Individuen, besonders bei denen zu beobachten, deren Leben vorher unter Armut und Entbehrungen verflossen. Der tiefste Menschenkenner würde hier manches gelernt haben, das er bei aller Klugheit und allem Scharfsinn früher nicht kannte. — Unter den manchen, in den verschiedenen Schluchten verteilten Goldgräbern traf ich Leute von Erziehung und Kenntnissen. Man konnte den Charakter der dort arbeitenden Menschen durchaus nicht nach ihrer Kleidung und sonstigen äußern Erscheinung beurteilen. Ein rauher, schmutziger, sonnenverbrannter Gesell mit ungeschorenem Bart, der auf dem Boden irgendeiner Felsschlucht nach

Leibeskräften arbeitete, konnte ein Graduierter einer der ersten Universitäten des In- oder Auslandes, konnte ein Mann von den feinsten Sitten sein. Ich fand viele Männer, die nicht besser wie die verwitterten Trapper und Hinterwäldler aussahen und das Jahr vorher Ärzte, Anwälte, Richter oder Schriftsteller waren. Diese Verbreitung der Intelligenz war es, die den goldsuchenden Gesellschaften, ohnerachtet ihres barbarischen Äußern und ihrer rohen Lebensweise eine Ordnung und Sicherheit gewährte, die auf den ersten Blick wie ein Wunder erschien." (B. Taylor.) — Schon wenige Jahre nach der Entdeckung des Goldes in Kalifornien war der große Reichtum der leicht zu bearbeitenden oberflächlichen Ablagerungen (seichten Seifen) erschöpft. Das in den Felsspalten wühlende Messer, die Schaufel und Spitzhacke, der Waschtrog und die geneigten hölzernen Waschrinnen hatten ihre Arbeit gethan. Auch die Ausbeutung der tieferen Ablagerungen (tiefen Seifen) war bis zu einem Punkte erfolgt, an welchem die Kosten der Arbeit durch das gewonnene Gold nicht mehr gedeckt wurden. Es handelte sich nun darum, Geröllmassen von 30—70 m und mehr Mächtigkeit zu entfernen und die goldreiche Schicht freizulegen. Da kam im Frühjahr 1852 ein Goldgräber, dessen Name leider vergessen wurde, auf den ebenso sinnreichen als einfachen Gedanken, einen Wasserstrahl mit großer Kraft gegen die Geröll- und Sandmassen zu schleudern. Eine kleine Wasserleitung wurde am Gehänge hin bis gegenüber der Geröllwand geleitet, auf welche der Angriff geschehen sollte. Eine Tonne, 17 m über dem Angriffspunkt stehend, nahm das Wasser auf, welches nun mittels eines 16 cm weiten, mit einem 3 cm dicken Zinnrohr endenden Schlauches gegen die Gerölle geschleudert wurde. Aus dieser unscheinbaren „hydraulischen" Vorrichtung erwuchsen schnell jene riesigen Anlagen, mit deren Hilfe „Berge hinwegschmelzen und verschwinden". — Die Goldproduktion Kaliforniens, sowie ihr Steigen und Fallen ergiebt sich aus folgenden Zahlen, welche den Gesamtwert der Ausfuhr in Millionen ℳ angeben. Bereits im Jahre 1848 betrug die Ausfuhr 42; sie stieg außerordentlich schnell und erreichte 1853 mit 273 ihr Maximum; seitdem ist sie allmählich gesunken; im Jahre 1877 betrug sie nur 70 Millionen ℳ. — Neben Kalifornien sind auch die anderen Staaten der Union in die Reihe der Goldländer getreten, namentlich Oregon, Idaho, Arizona, Montana, Colorado und Nevada. In letzterm Staate war es der berühmte Comstockgang im Washoedistrikt, welcher während eines 16jährigen Betriebes (1860—1876) Edelmetalle im Werte von 995½ Millionen ℳ und zwar 407½ Millionen ℳ

Gold und 588 Millionen ℳ Silber. Das Jahr 1876 allein ergab eine Ausbeute von 71½ Millionen ℳ Gold und 84 Millionen ℳ Silber. Dieser ungeheure Gang, der an Edelmetall reichste der Erde, ist 6700 m lang, 20—200 m breit. Die edlen Gangmineralien, gediegen Gold, gediegen Silber, Silberglanz, Rotgültigerz u. s. w., sind in Quarzmassen eingesprengt und liegen nicht gleichmäßig verteilt in dem mächtigen Gangraum, sondern bilden vielmehr ungeheure linsenförmige Erzkörper, Bonanzas genannt. Die wichtigste von allen, die Gold-Hill-Bonanza, ein Erzkörper von 353 m Länge, 213 m Tiefe, lieferte in 10 Jahren Edelmetalle im Werte von 172 Millionen ℳ; jetzt ist sie, wie auch die übrigen, abgebaut. — Die Goldproduktion in den Vereinigten Staaten betrug im Jahre 1878 215 Millionen ℳ; seitdem ist sie zurückgegangen. — In Britisch Kolumbia wurde 1858 Gold am Fraserfluß entdeckt und in neuester Zeit ist auch Neuschottland als Goldland bekannt geworden.

In Australien finden wir Goldlagerstätten in Victoria, Queensland, Südaustralien und Tasmanien. Bereits im Jahre 1841 hatte W. B. Clarke, ein Geistlicher, in den Blauen Bergen, etwa 20 Meilen von Sidney entfernt, Gold gefunden und zwar sowohl im Seifengebirge, als auch im Muttergestein. Wenige Jahre darauf sprach Sir. Rod. Murchison die Überzeugung aus, daß das große Gebirge, welches die Ostküste Australiens begleitet, goldreiche Lagerstätten einschließen müsse. Die erste Entdeckung eines Goldlagers geschah aber erst im Jahre 1851 am Summerhillfluß (Neu-Süd-Wales) durch einen aus Kalifornien zurückkehrenden Goldgräber, Namens Hartgraves. Kaum waren einige der ersten Funde durch Arbeiter, die Hartgraves bei seinen Nachforschungen verwendet hatte, bekannt geworden, als Hunderte von Leuten nach den Goldgruben strömten; zwei Monate später waren über 1000 Menschen dort versammelt. In Sidney schlossen Kaufleute, Advokaten, Ärzte ihre Häuser und zogen in die „Diggings"; ganze Schiffsbesatzungen liefen hin, und selbst wohlhabende Pächter und Kaufleute wurden mit in den Strudel gezogen, teils weil sie die allgemeine Goldsucht teilten, teils weil ihnen, nachdem ihre Arbeiter sie verlassen hatten, kein anderer Ausweg übrigblieb. Alle Lebensmittel schlugen um 25 Prozent auf, und nur solche Waren waren verkäuflich, die die Goldgräber brauchten. Diese Aufregung milderte sich zwar allmählich etwas, allein von einem natürlichen Zustande war noch lange keine Rede, weil immer neue Entdeckungen von Goldlagern gemacht, zum Teil einzelne unglaubliche Stücke gefunden wurden, namentlich aber wegen des Einflusses, welchen die um einige Monate spätere Entdeckung von noch weit reicheren Lagern in Victoria

ausübte. Die im Juli 1851 kundwerdende Entdeckung unberechenbar reicher Goldlager in der Nähe der Hauptstadt Melbourne trieb fast die gesamte Einwohnerschaft in die Gruben. Häuser, Dörfer, Städte standen leer; alle Arbeiten, Bauten, Regierungsgeschäfte standen still; die Schiffe lagen im Hafen, weil selbst für 180—200 Pfd. St. kein Matrose zu einer Fahrt nach Europa zu mieten war. Alle Ordnung hörte auf, da die Regierung hier nicht, wie in Neu-Süd-Wales, die Macht hatte, ihre Anordnungen durchzusetzen. Ehe noch Zuzug aus Europa oder Kalifornien kommen konnte, strömte er ein aus Vandiemensland, Süd-Australien, selbst aus Neu-Süd-Wales. — Diesem Berichte Lancelotts fügt Lenz einen vom Mai 1853 datierten bei, den einer seiner nächsten Verwandten abgefaßt, der eine Zeit lang bei Adelaïde Landwirtschaft getrieben und dann ein halbes Jahr in Victoria gelebt hatte. In letzterem heißt es:

„Im Mai 1853 gruben über 150,000 Arbeiter (Digger) in den Diggings (Gräbereien) von Victoria, und die Menge war noch stark im Zunehmen, da kürzlich einzelne Fälle von Auffindung größerer Massen vorgekommen waren, wie z. B. am Ballarat, wo ein Klumpen (nugget) von 128 Pfd. gegraben ward. Es grub zu dieser Zeit jeder für sich, niemand für die Regierung oder für eine Kompanie. — Der erste Platz, wo in Victoria Gold gefunden wurde, war Ballarat, 60 Meilen nördlich von Gelor; bald darauf fand man großen Goldreichtum bei Mount Alexander und am Bendigo, dann noch an anderen Stellen, und so war die Menschenmenge immer im Auf- und Abwandern von einem Fundort zum andern begriffen, je nachdem ein jeder hier oder da den besten Erfolg hoffte. Die Wohnungen der Goldgräber bestehen aus Zelten, die Betten aus Laub, das an der Erde liegt, oder aus ausgespanntem Sackzeug, nebst einigen Decken. Die Hauptnahrung besteht aus Schaffleisch, Brot und Thee. Das Verkaufen geistiger Getränke ist bei Strafe von 50 Pfd. St. verboten; sie werden aber doch immer heimlich beigeschafft, und man sieht täglich Betrunkene. Gegen Spitzbuben hat sich jeder selber mit bewaffneter Hand zu verteidigen; auch geht man womöglich von Einbruch der Dunkelheit an nicht aus, um nicht für einen Spitzbuben gehalten und erschossen oder erstochen zu werden. — Das Gold findet sich in Victoria teils an den Abhängen der Hügel, wo es mit dem Erdreich vermischt ist und aus diesem herausgewaschen wird, oder und mehr noch in den Thälern und Ebenen, woselbst man aber obenauf nichts findet, sondern erst tiefe Gruben graben muß, da es auf einer tiefern Schicht lagert. Jeder Arbeiter hat das

Recht, 8 Quadratfuß in Anspruch zu nehmen. Das goldhaltige Erdreich schüttet man in ein Kübel, gießt so lange Wasser auf, rührt es um und schüttet es ab, bis nur noch Gold und Steine übrig sind. Diese Masse wird gesiebt, so daß die Goldstückchen nebst den kleinen Steinen gesondert werden; das Gesiebte wird dann mit Wasser auf einem Bret, dessen Rand von niedrigen Leisten gebildet ist, und dann noch in einer Schüssel so lange geschwenkt, bis das reine oder fast reine Gold übrig bleibt. An manchen Stellen findet man auch reiche Beute in Gruben, die man in die Berge treibt. — Die Gegend, wo das Gold gegraben wird, ist, so weit ich sie gesehen, hügelig, stark bewaldet, zwischen den Hügeln liegen einzelne schroffe Berge; der Boden ist feinkörniger Sandstein mit größeren Quarzmassen, in welche oft viel Gold eingesprengt ist, das aber bis jetzt nicht ausgebeutet wird. — Die Goldgräbereien bei Sidney sind nach denen bei Melbourne die wichtigsten."

Der Ertrag sämtlicher Gruben Australiens nebst Tasmaniens betrug seit der Entdeckung bis Ende 1878 nicht weniger als 4721,75 Millionen ℳ. Australiens Goldproduktion steht daher nur hinter der der Vereinigten Staaten (die Soetbeer von 1821—1875 auf 5652,8 Millionen ℳ angiebt) zurück und überragt die Brasiliens oder Rußlands nahezu um das Doppelte. Doch sind die Erträge jetzt um ein Erhebliches geringer als in früheren Jahren. Jene Zeit, in welcher große Goldklumpen an der Oberfläche oder nicht weit unter derselben gefunden wurden, scheint für immer vorüber zu sein. Die Größe dieser Funde grenzte zuweilen an das Märchenhafte. Schon im ersten Jahre der Entdeckungen fand ein schwarzer Schäfer eines Dr. Kerr in Neu-Süd-Wales einen Klumpen Quarz, der nicht weniger als einen Zentner Gold enthielt. Die australischen „Digger" (der auch heute noch gebräuchliche Name für die Goldsucher) nannten solche Goldklumpen „Nuggets". Im britischen Museum in London ist eine Anzahl solcher Nuggets, die sämtlich aus Victoria stammen, ausgestellt, selbstverständlich nur in plastischen Nachahmungen jener wertvollen Fundstücke. Viel später als in den australischen Kolonieen wurde Gold in Neuseeland aufgefunden und doch übertrifft die Menge des hier gefundenen das in Neu-Süd-Wales gewonnene. Am 31. März 1880 waren 14 000 Personen, darunter 3000 Chinesen, mit Goldgraben beschäftigt. Die Produktion im Jahre 1875 betrug 28 Millionen ℳ.

Das in Bergwerken gewonnene edle Metall, welches man Berggold, wie auch das aus Waschwerken stammende, welches man Waschgold nennt, ist in der Regel noch mit vielen fremdartigen Metall- und

Mineralteilen vermengt. Man kann es, wie wir oben gesehen, durch Amalgamation reinigen; oder man wirft die ganze Masse in einen Schmelzofen, schmilzt sie daselbst mit Kohle, und das Gold senkt sich, verbunden mit dem gleichfalls schmelzenden Silber, zu Boden, wobei sie auch die vorhandenen unedlen Metalle, wie Kupfer, Zinn, Blei, Zink, Antimon u. s. w., in ihre Verbindung aufnehmen. — Um die unedlen Metalle auszuscheiden, bringt man die gewonnene Metallmasse dann auf die muldenförmige Vertiefung des Treibherdes, welcher aus Kalkmergel oder aus einem Gemenge von Holz- und Knochenasche besteht, setzt reines Blei zu, wenn solches nicht schon in genügender Menge in der Metallmasse selbst vorhanden ist, und treibt eine heftige Flamme über die Oberfläche des Herdes hin. Hierbei oxydiert sich das Blei nebst den vorhandenen unedlen Metallen; die entstandenen Oxyde schwimmen auf der Legierung von Gold und Silber und ziehen sich teils in die lockere Masse des Herdes, teils zieht man sie von der Oberfläche des edlen Metalls hinweg, bis diese spiegelblank erscheint, wodurch sich die gelungene Reinigung anzeigt. — Um nun noch Gold und Silber von einander zu scheiden, kocht man in der Regel die Legierung in gußeisernen oder in Porzellangefäßen vermittelst konzentrierter Schwefelsäure. Letztere greift das Gold nicht an, es bleibt in Staubform am Boden liegen und wird entfernt; die Säure bildet dagegen mit dem Silber schwefelsaures Silberoxyd, welches sich in der Flüssigkeit auflöst. Um nun aus diesem auch das Silber auszuscheiden, setzt man ihr Kupfer zu; es entsteht nun schwefelsaures Kupferoxyd (Kupfervitriol), das Silber wird frei und fällt als schwarzer Staub zu Boden.

„Um schnell zu erfahren, ob ein Ring, ein Uhrgehäuse, oder sonst eine gelbe Metallware Gold enthalte, macht man mit derselben einen Strich auf einen Probierstein und benetzt ihn dann mit Salpetersäure; alles, was nicht Gold ist, wird aufgelöst und weggespült, wenn man Wasser aufgießt; das Gold bleibt zurück. Bleibt der Strich schön glänzend, so ist das Gold wenigstens 14-karätig; ist aber weniger Gold in der Ware, so wird der Strich desto unansehnlicher, je geringer sein Goldgehalt war. Natürlich ist diese Probe nur für die Oberfläche, mit der man den Strich macht, beweisend; das Innere kann aus anderm Metall bestehen. — Kocht man ein Stückchen Messing oder Bronze in einem Probierglaschen mit Salpetersäure, so bleibt nichts Gelbes übrig, Gold aber bleibt unaufgelöst und gelb. — Um Berg- oder Waschgold oder irgendeine Ware genau auf ihren Goldgehalt zu prüfen

(probieren), muß man sie, wie oben beschrieben, auf dem Treibherd behandeln (abtreiben), und dann das Silber mit konzentrierter Schwefelsäure abscheiden. Geschieht das Abtreiben auf einem kleinen, napfförmigen, nur aus gebrannten und gepulverten Knochen (Knochenasche) gefertigten Herd, welchen man Kapelle nennt, so heißt die Arbeit das Kapellieren. — Noch leichter führt man die Goldprobe auf nassem Wege aus, indem man die Legierung in Königswasser auflöst, die Flüssigkeit filtriert, wobei das entstandene Chlorsilber auf dem Filtrierpapier zurückbleibt, dann durch Zusatz von Eisenvitriol das Gold fällt."

„Ganz reines Gold wird weder zu Münzen noch zu Schmuck verarbeitet; es wird immer mit Silber oder Kupfer, oder mit beiden zugleich legiert, wodurch die Ware härter, also dauerhafter wird. Silber giebt eine hellere Farbe (weiße Karatierung), Kupfer eine dunklere (rote Karatierung); es kommt auch mit Messing legiertes Gold in den Handel. Eine Mark (16 Lot) reinen Goldes nennt man eine feine Mark, eine Mark legierten (karatierten) Goldes eine rauhe Mark. Man teilt die Mark in 24 Karat. Hat eine Ware 14 Karat reines Gold und 10 Karat Zusatz, was für Schmuck genügt, so nennt man sie 14-karätig; was unter 8-karätig ist, bekommt, wenn der Zusatz Kupfer ist, mit der Zeit eine Kupferfarbe. Das reinste in den deutschen Verkehr kommende Gold hatten die Kremnitzer Dukaten, nämlich $23\frac{3}{4}$ Karat, also fast reines Gold; es würde zu mühsam sein, den noch vorhandenen geringen Zusatz abzuscheiden." Die deutschen Goldmünzen bestehen aus 900 Gewichtsteilen Gold und 100 Teilen Kupfer. Aus 1 kg feinen Goldes werden 376 Stück Kronen (Zehnmarkstücke) oder 139,5 Doppelkronen (Zwanzigmarkstücke) gewonnen. Diese Münzen bestehen aus 21,6 karätigem Gold. Die ersten Goldmünzen wurden in England aus Gold von Guinea geprägt und daher Guineen genannt.

„Der Goldschmied kann seine Ware nicht durch Gießen formen, weil Gold sich, so wie es aus dem flüssigen Zustand in den festen übergeht, stark und unregelmäßig zusammenzieht. Er gießt es erst in gußeiserne Formen, wodurch sogenannte Zaine (flache Säbe) entstehen, und arbeitet aus diesen, meist nachdem er sie vorher in Blech oder Draht verwandelt, die Ware. Poliert wird das Gold mit Stahl oder Roteisenerz (Blutstein), oder Achat. — Zum Löten dient Gold, welches etwas mehr Zusatz hat und somit leichter schmilzt als die Ware. Während des Lötens muß die Stelle mit Wasser bestrichen sein, in welchem Borax aufgelöst ist. — Blatt-

gold und Blattsilber werden zwischen Pergamentblättern bis zur gehörigen Dünne geschlagen. Talmigold ist nur stark vergoldetes Kupfer.

Als Vergoldung an Büchern wird Blattgold mit Eiweiß aufgetragen, welches man mit Wasser und etwas Salz gequirlt hat. — Metallwaren vergoldet man jetzt vorzugsweise auf galvanischem Wege, indem man sie in eine Lösung von Goldchlorid und Kaliumcyanid taucht und zwischen die Pole einer galvanischen Batterie bringt. Bei der Feuervergoldung wird ein Goldamalgam (eine Quecksilberlegierung) auf die zu vergoldenden Metalle (Kupfer, Bronze, Silber) aufgetragen und das Quecksilber darauf durch Erhitzen verflüchtigt, wobei das Gold zurückbleibt. — Um Porzellan und Glas zu vergolden, mischt man das Goldpulver, welches man durch Eisenvitriol aus Königswasser niedergeschlagen hat, mit Lavendelöl, unter Zusatz von etwas Kienruß und Wismutoxyd, trägt es auf, befestigt es durch Glühen, und poliert es.

Ein höchst gefährlicher Stoff ist das auf künstlichem Wege dargestellte Knallgold, ein grünliches oder braunes Pulver, wahrscheinlich eine Verbindung von Gold mit Sauerstoff, Stickstoff und Wasserstoff. Gerieben oder erhitzt verpufft es mit großer Gewalt. Ähnlich ist die Zusammensetzung und Eigenschaft des Knallsilbers.

Äußerst merkwürdig ist auch der Goldpurpur, eine Verbindung von Gold, Zinn, Sauerstoff und Wasserstoff. Er wird in Glasmasse geschmolzen, wobei 52 Pfund der Masse zu schöner Färbung 8 Dukaten erfordern. Ist die mit Goldpurpur versetzte Glasmasse fertig geschmolzen, so zeigt sie noch gar keine deutliche Farbe; läßt man sie nun kalt werden, und erhitzt sie dann nochmals bis gegen das Weichwerden hin, so erscheint sie plötzlich, wie durch einen Zauberschlag verwandelt, prachtvoll purpurrot."

Der Wert des Goldes verhält sich heutzutage zu dem Werte des Silbers etwa wie $15\frac{1}{2}:1$, d. h. 1 Pfund Gold hat den Wert von $15\frac{1}{2}$ Pfund Silber.

Das **Silber**, „das freundlichste aller Metalle", hat eine schöne weiße Farbe, ausgezeichneten Metallglanz, große Politurfähigkeit und angenehmen starken Klang. Es ist zwar härter als Gold, aber weicher wie Kupfer ($H = 2{,}5 - 3$) und inbezug auf Dehnbarkeit und Geschmeidigkeit wird es nur vom Gold übertroffen. Ein einziges Gramm Silber läßt sich zu einem Draht von 1800 m Länge ausziehen, und es giebt Blattsilber von nur 0,00025 mm Dicke; dabei besitzt das Silber zugleich eine große Zähigkeit, denn ein 2 mm dicker Silberdraht reißt erst

bei einer Belastung von 85 kg. Sein spezifisches Gewicht beträgt 10,5 (nach dem Hämmern 10,6). Es schmilzt bei etwa 1040 Grad C, beginnt sich bei Weißglut zu verflüchtigen und kann bei genügend hoher Temperatur (im Knallgasgebläse) destilliert werden. Vor dem Lötrohr schmilzt es leicht zur Kugel. Im flüssigen Zustande nimmt es übrigens eine beträchtliche Menge Sauerstoff auf, welche es beim Erkalten unter einem eigentümlichen Geräusch, dem sogenannten Spratzen des Silbers, vollständig wieder abgiebt. An der Luft, im Wasser, sowie beim Erhitzen und Schmelzen verändert es sich nicht. Ist jedoch in der Luft Schwefelwasserstoff enthalten, so verliert es seinen Glanz und läuft schwarz an, indem es sich an der Oberfläche mit dem Schwefel zu Schwefelsilber verbindet; noch schneller geht der Glanz verloren, wenn es in die Nähe von brennendem Schwefel oder in schwefelhaltige Flüssigkeiten (Zwiebelbrühe, Eiersuppe u. s. w.) gerät; berührt man es mit Schwefelleber, welche mit Wasser angefeuchtet ist, so wird es augenblicklich braun oder schwarz. Man putzt es dann z. B. mit Kreide und Branntwein. Von Salzsäure und verdünnter Schwefelsäure wird Silber nicht angegriffen; dagegen löst es sich in kochender konzentrierter Schwefelsäure auf, ebenso in konzentrierter oder mit Wasser mäßig verdünnter Salpetersäure. Verdampft man in letzterem Falle das Wasser, so erhält man salpetersaures Silberoxyd, ein Silbersalz, das unter dem Namen Höllenstein bekannt ist, die Eigenschaft hat, die Haut, Horn, Elfenbein, Leinwand u. s. w. schwarz zu färben, und innerlich als starkes Gift wirkt. Der Höllenstein giebt die schwarze Farbe für eine Tinte, mit welcher man Namen auf Wäsche schreibt, nachdem man vorher die Stelle mit Gummi getränkt und wieder getrocknet hat. Durch Luft, Wasser, Seife, Soda ändert diese Schrift ihre Farbe nicht. Glüht man etwas Höllenstein auf Kupfer, Porzellan, Kohle, so verfliegt seine Salpetersäure, und es bleibt ein Überzug von reinem Silber.

„Will man wissen, ob und wieviel Silber in einer Ware, Münze oder in einem Erze (mit Ausnahme des Chlorsilbers) enthalten ist, so legt man den Gegenstand der Untersuchung, wenn es nötig scheint zerkleinert, in verdünnte Salpetersäure, wartet, bis sich alles darin vorhandene Silber aufgelöst hat, filtriert die Flüssigkeit und setzt ihr so lange Salzsäure oder in Wasser aufgelöstes Kochsalz zu, als noch ein Niederschlag erfolgt. Dieser besteht aus einer Verbindung des in der Salzsäure oder im Kochsalz enthaltenen Chlors mit dem Silber, hat ein flockiges Ansehen, löst sich in Wasser nicht auf und wird am Lichte erst braun, dann schwarz. Wenn man das Chlorsilber mit reinem Wasser

auswäscht, dann mit Wasser, worin Kali und etwas Zucker aufgelöst ist, übergießt und kocht, so sinkt das Silber bald als Pulver zu Boden. Dieses Pulver wird mit Wasser gewaschen, getrocknet, dann mit Borax und sehr wenig Salpeter geschmolzen. — Will man sich nur überzeugen, ob eine Ware wenigstens auf der Oberfläche aus Silber besteht, so gießt man einige Tropfen Salpetersäure darauf, und nach einiger Zeit in diese etwas Salzsäure, oder aufgelöstes Kochsalz, worauf sich Chlorsilber niederschlägt, wenn Silber vorhanden war. — Silberwaren, Münzen und Erze geben, auf Kohle mit Soda geschmolzen, ein reguliniſches Metallkorn."

Das Silber tritt hauptsächlich im Gneiß, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer und Thonglimmerschiefer, in der Grauwacke, im Granit und Syenit, seltener im Melaphyr (wie am Lake superior in Nordamerika, wo es klumpenweise an gediegenem Kupfer sitzt), im Porphyr und im Kupferschiefer (in welchen es bisweilen die Schuppen der Fischabdrücke überzieht, wie z. B. bei Eisleben) auf. Zuweilen ist es durch die ganze Masse der Gesteine verteilt, weit häufiger aber findet es sich in Begleitung von Schwerspat, Kalkspat, Braunspat, Flußspat, Quarz, Arsenkies, Kupfernickel, Speiskobalt, Bleiglanz, verschiedenen Silbererzen, gediegen Wismut ꝛc. in Gängen, die in nicht seltenen Fällen bis an die Oberfläche der Erde hervorragen. Im aufgeschwemmten Sande und im Sande der Flüsse kommt das Silber nicht vor. Gewöhnlich hat es einen bräunlichen oder schwärzlichen Überzug und die reine Silberfarbe zeigt sich erst dann, wenn man diesen mit dem Messer abkratzt. Es kryſtalliſiert selten, meist kommt es haarförmig, in oft mannigfach gewundenen Drähten, moosartig, baumförmig (dendritiſch), in Platten und Blechen, in Körnern, eingesprengt und als Anflug vor. Die Kryſtalle sind klein, oft verzerrt, und in die Länge gezogen, haben meist die Gestalt von Hexaëdern (Würfeln), Oktaëdern (Achtflächnern) und Rhombendodekaëdern, bisweilen kommen auch Tetrakishexaëder (Pyramidenwürfel) und Ikositetraëder vor. Selten ist das Silber ganz rein, meist ist ihm etwas Gold, Antimon oder Kupfer, bisweilen auch Arsen oder Eisen beigemiſcht. Das sogenannte *güldiſche Silber* von Kongsberg in Norwegen ist durch seine gelbliche Farbe und einen bedeutenden Gehalt an Gold ausgezeichnet.

Die wichtigsten Silbererze sind Silberglanz, Sprödglaserz, Polybasit, Antimonsilberblende (dunkles Rotgültigerz), Arsensilberblende (lichtes Rotgültigerz), Antimonsilber, Fahlerz, Chlorsilber (Hornsilber), Arquerit. Viel Silber wird aus gediegenem Gold abgeschieden, viel aus Bleiglanz,

welcher wegen seines geringen Silbergehaltes nicht zu den Silbererzen gezählt wird, einiges auch aus silberhaltigem Kupferkies.

Was nun die Fundorte des Silbers betrifft, so wird in Deutschland im Königreich Sachsen, am Harz und im Schwarzwald Silber gewonnen.

Sachsens Hauptgruben sind im Erzgebirge bei Freiberg, Schneeberg, Marienberg, Annaberg, Johanngeorgenstadt. „Ums Jahr 1170", sagt Bernh. v. Cotta in seinem Buche: Deutschlands Boden (Leipzig 1854), „sollen die ersten Bergleute aus dem Harz in die Gegend von Freiberg gekommen sein; von der Zeit datiert sich der Freiberger und der erzgebirgische Bergbau, der jetzt gegen 12000 Menschen direkt und gegen 70000 indirekt beschäftigt und nährt. Vergleicht man das jährliche Ausbringen des Freiberger Silberbergbaues in den letzten 300 Jahren, so zeigt sich mit Zunahme der bergmännischen Intelligenz ein beständiges Steigen der Produktion von 10000 bis auf 108142 Mark Silber. Die silberführenden Gänge des Erzgebirges sind vorzüglich in der Gegend von Freiberg zahlreich und vollständig entwickelt, und bilden zusammen einen großen Gangzug, welcher sich von dem linken Ufer der Elbe bei Meißen in der Richtung von Nordost nach Südwest über Freiberg und Nossen bis nach Langenau und Öderan erstreckt, und zuletzt in der Gegend von Wolkenstein und Drehbach hervortritt. Quarz, Manganspat und Braunspat, in Begleitung von Arsenkies, Eisenkies, Zinkblende und silberhaltigem Bleiglanz, bilden die charakteristische Ausfüllungsmasse dieser Gänge, mit welcher mehr oder weniger häufig noch edle Silbererze verbunden sind." Eine der reichsten Freiberger Gruben ist die Grube „Himmelsfürst", aus welcher seit Anfang des vorigen Jahrhunderts bis jetzt über 36 Millionen Mark ausgebracht worden sind. Am 12. August 1749 gewann man eine Masse von $1\frac{1}{4}$ Zentnern, die $2566\frac{1}{2}$ Thaler taxiert wurde; von dieser Masse befindet sich noch ein Rest von 16 Pfund 18 Lot im Dresdener mineralogischen Museum. Am 11. Juni 1850 wurden wieder eine größere und zwei kleinere Massen von zusammen über 3 Zentner Gewicht gefunden. Im Jahre 1771 und dem darauffolgenden Jahre sind ähnliche bedeutende Massen vorgekommen. Im Jahre 1857 kamen Platten von 120 Quadratzoll Fläche und bis $2\frac{1}{2}$ Zoll Stärke vor, deren größte ein Gewicht von 69 Pfund hatte; eine Silberstufe wog $4\frac{1}{2}$ Zentner. Bei „Himmelfahrt-Fundgrube" gewann man im ersten Halbjahr 1847 an $13\frac{1}{2}$ Zentner gediegen Silber. Bei „Beschert Glück" fand man 1801 Silberklumpen im Gewichte von 4—5 Pfund, desgleichen in den Jahren

1808 und 1809. Bei „Segen Gottes" zu Gersdorf ist 1854 eine 10 Pfund schwere Silbermasse gefunden worden. Bei „Mittagssonne" zog man im November 1819 aus einer Druse einige 20 Pfund Haarsilber; ähnliche Drusen fand man auch bei „Neuer Morgenstern". Nächst Freiberg ist Schneeberg durch seinen, in früherer Zeit weit größern, Silberreichtum bekannt geworden. Im Jahre 1477 am 23. April ist daselbst auf Grube „Ritter St. Georg" eine Silberstufe, aus Silberglanz und gediegenem Silber bestehend, gefunden worden, an welcher Herzog Albrecht der Beherzte in der Grube speiste. Dieser silberne Tisch soll 7 Ellen lang und $3\frac{1}{2}$ Ellen breit gewesen sein und nach einigen Angaben 100, nach anderen 400 Zentner gewogen haben. Einzelne Bruchstücke davon besitzt noch das Dresdener Museum. Silberzähne von bis 16 Zoll Länge auf verschiedenen Gruben, lachterlange Drusen mit Haarsilber, aus denen dasselbe kübelweise gewonnen wurde, sind bei „Weißer Hirsch" gefunden worden. Überhaupt hatte man zu Ende des 15. und zu Anfang des 16. Jahrhunderts in Schneeberg die größte Ausbeute, und die Gewerken bekamen dazumal ihre Ausbeute nicht lediglich in Silbergeld, sondern teilweise auch in Silberbarren eingehändigt, weil die Münze nicht genug prägen konnte. Auch zu Ende des 18. Jahrhunderts fand man noch Klumpen von 10—20 Pfund Gewicht. Gegenwärtig ist die Silbergewinnung sehr gering und nur bei „Wolfgang Maaßen", „Weißer Hirsch" und einigen anderen Gruben von einigem Belang. Von den Gruben bei Johanngeorgenstadt hat sich „Gnade Gottes" und „Neujahrs Maaßen" ausgezeichnet; hier sind in den Jahren 1802—1804 Silbermassen bis zu 2 Zentner Gewicht vorgekommen. Bei Marienberg hatte man bei „Junge drei Brüder" Platten bis $1\frac{1}{2}$ Pfund Schwere, bei „Fabian Sebastian" Drähte bis zu 8 Zoll Länge aufgefunden.

Der Harz ist reich an Silber, Kupfer, Blei und Eisen. — Das Silber des Oberharzes befindet sich vorzugsweise im Bleiglanz und Kupferkies, ist aber in beiden mit den Augen nicht wahrnehmbar; bei Andreasberg kommen auch eigentliche Silbererze, silberhaltiger Arsenkies und Fahlerz hinzu. Nach der von Bruno Kerl im Jahre 1852 gegebenen Übersicht lieferte die Frankenscharner Hütte bei Klausthal 19- bis 20 000 Mark Silber, die Altenauer Hütte 10- bis 11 000 Mark, die Lautenthaler 8- bis 9000 Mark, die Andreasberger 6- bis 7000 Mark. — Am sogenannten Unterharz zeichnet sich der Rammelsberg bei Goslar durch Reichtum an Erzen aus; seine Kupfer- und Bleierze sind silberhaltig und geben, in den Hüttenwerken zu Oker behandelt, jährlich etwa 3668 Mark Silber. Am Rammelsberg entdeckte

man im Jahre 960 durch Gänge, die über den Boden hervorragten, gediegenes Silber in großer Menge, und der Silberbergbau von Deutschland ging von hier aus. — Den jährlichen Ertrag des Silbers, welches bei Harzgerode aus Bleiglanz gewonnen wird, giebt Heinrich Credner im Jahre 1843 auf 1600 Mark an. — Die genannten Erze des Harzes kommen in Gängen des Thonschiefers und mehr noch der Grauwacke vor.

Zu Wittichen im Schwarzwald sind mitunter Stücke gediegenen Silbers von 8 Pfund gefunden worden.

Am Thüringer Wald hat man früherhin bei Kabarz silberhaltige Bleierze in geringer Menge gegraben. Bei Ilmenau sind am Ende des 16. Jahrhunderts aus Kupferschiefer wöchentlich 24 Zentner Kupfer und aus jedem Zentner 24 Lot Silber gewonnen worden, und zu gleicher Zeit bei dem benachbarten Roda 12 Zentner Kupfer mit je 2 Lot Silber. In den Jahren 1730—1739 gewann man in Ilmenau 1777 Zentner Kupfer und 16 398 Mark Silber. Das Rodaer Werk kam im Jahr 1713 zum Erliegen, weil die Wasser nicht gewältigt werden konnten, das Ilmenauer ging aus demselben Grunde im Jahr 1739 ein.

Bei den zwischen Nordhausen und Halle gelegenen Städtchen Sangerhausen, Eisleben und Mansfeld werden aus den Kupfererzen des Kupferschiefers jährlich 15—18 000 Zentner Kupfer und 16 000 Mark Silber gewonnen.

Österreich produzierte im Jahre 1878 48 661 kg Silber, welches vorzugsweise in Siebenbürgen, im ungarischen Erzgebirge bei Schemnitz und Kremnitz, bei Joachimsthal und Przibram in Böhmen gewonnen wird. — Von Joachimsthal haben die Thaler ihren Namen; sie wurden dort zuerst geprägt.

Auf der skandinavischen Halbinsel sind bei Kongsberg in Norwegen berühmte Silbergruben. Im Jahre 1623 fanden zwei Bauern, Jakob und Christoph Groswald, im Grenzgebirge zwischen Tellemarken und Nummedalen, 11 Meilen westlich von Christiania, Stücke eines geschmeidigen Metalls, welches sie für Blei hielten, im Gestein eingewachsen. Nach einem vergeblichen Versuche, Kugeln daraus zu gießen, verkauften sie die Metallstücke an einen im Lande umherreisenden Goldschmied. Dies war der Beginn des Silbersegens von Kongsberg. Während fast die ganze übrige Silberproduktion Europas auf der Abscheidung dieses Edelmetalls aus dem Bleiglanz beruht, liefert Kongsberg, neben etwas Rotgültigerz und Silberglanz, gediegen Silber in den schönsten Kryställen und in den zierlichsten zahn- und baumförmigen Gestalten und wiederum

in den größten und schwersten Klumpen. An keinem Orte der Welt haben sich gleich schöne und große Silberkrystalle (Würfel und Oktaëder) gefunden, wie bei Kongsberg. Die „Silbergewächse", aus dem Felsen sprießend, sind so lieblich anzuschauen, daß sie, unter Glasglocken gestellt, als Zimmerzierde im Norden dienen. Mehrfach entriß man dem Schoß der Erde Silberklumpen von mehr als 100 kg Gewicht. Ein Modell erinnert an den letzten großen Fund des Jahres 1867; es war ein etwa kubikfußgroßer Block von 161 kg, eigentlich nur ein Stück einer 500 kg schweren Silbermasse, welche durch einen einzigen Sprengschuß gewonnen wurde. Im Jahre 1834 erbeutete man sogar einen 7½ Zentner schweren Silberklumpen in Form eines Elefantenzahnes. Das Edelmetall ist in den Gängen (d. h. mit Erzen und Mineralien erfüllten Spalten) sehr unregelmäßig verteilt. Nur dadurch, daß man an sehr zahlreichen Punkten baut, kann man eine ziemlich gleichbleibende Ausbeute erzielen. Kongsberg liegt im schönen Thale des Langenflusses und ist eine Gründung deutscher Bergleute, welche Christian IV. ins Land rief. Über ein Jahrhundert herrschte deutsche Sprache in der Stadt und auf dem Silbergebirge, das sich über dem Thal in zwei Terrassen, dem Unter- und Oberberg, erhebt. Die reichsten Gruben sind „Haus Sachsen", „Gottes Hilfe", die Königsgrube und die Armengrube; letztere erreicht die größte Tiefe mit 575 m. In der Geschichte der Kongsberger Gruben wechselten Perioden glänzender Ausbeute mit äußerster Verarmung ab. Bis gegen Mitte des vorigen Jahrhunderts arbeiteten 3- bis 4000 Bergleute mit großem Gewinn. Allmählich trat Verarmung ein; viele Jahre wurde mit Schaden gebaut. 1805 wurden die Gruben als erschöpft aufgelassen, 1816—1827 wieder mit Zubuße gebaut, dann während dreier Jahre vergeblich zum Kauf ausgeboten, bis — im Jahre 1830 — wieder reiche Ausbrüche geöffnet wurden. Seitdem lieferte Kongsberg im großen Durchschnitt jährlich 5000 kg Silber im Werte von 900 000 ℳ.

In Griechenland war schon zu Homers Zeit, also an tausend Jahre v. Chr., Silber allgemein in Gebrauch, worin der Beweis liegt, daß man es von Schwefel und unedlen Metallen zu scheiden wußte. — Als Xerxes im Jahre 480 v. Chr. gegen die Athenienser zog, bauten dieselben aus dem Ertrag ihrer Silbergruben am Berge Laurion eine große Flotte. — Xenophon sagt ums Jahr 490 v. Chr., „daß die Silberbergwerke bei Athen schon seit Menschengedenken betrieben und erweitert würden" und rühmt den Gewinn, den der athenische Staat aus den Bergwerken von Laurion zog, „als die schönsten Einkünfte der Staatswirtschaft, weil niemand darunter leidet". — Ums Jahr 40 n. Chr.

sagt Strabo, „daß die Silbergruben der Athenienser erschöpft wären". — In unserer Zeit haben die von Fiedler und Russegger angestellten Untersuchungen Folgendes herausgestellt: „Der Laurion besteht aus sehr kalkhaltigem Glimmer- und Thonschiefer, worin sich Roteisenerz, Eisenspat, etwas Kupfer und Galmei, besonders aber silberhaltiger Bleiglanz befindet. Man sieht jetzt noch die alten Schächte, Halden und Schlackenhaufen zahllos in meilenweiter Ausdehnung." — Aus den Forschungen des Prof. Dr. Landerer in Athen ergiebt sich, daß die alten Athener den Bleiglanz mit Zusatz von Eisen schmolzen, welches den Schwefel an sich nimmt, sodann das reguliniſche, silberhaltige Blei durch Treibarbeit vom Silber schieden, wobei das Blei oxydiert (in Bleiglätte verwandelt wird). Die Bleiglätte wurde dann zu Töpferglasur verwendet oder durch Schmelzen mit Kohle desoxydiert, und das so gewonnene reguliniſche Blei zu Spielzeug, geringen Münzen, Schreibstiften, Schleuderkugeln u. s. w. verwendet. — Im Jahre 1864 erwarb eine französisch-englische Gesellschaft die Konzession zur Ausbeutung der alten Silber- und Bleiwerke am Laurion. Dieselbe machte so vortreffliche Geschäfte, daß 1871 ein Gesetz diese Bergwerke einfach zum Staatseigentum erklärte, und erst auf energisches Einschreiten der französischen und italienischen Regierung entschloß sich Griechenland, die Minen als Staatseigentum anzukaufen.

Spanien galt in alten Zeiten für unermeßlich reich an Gold und Silber; die Phönizier fanden dort bei ihren ersten Fahrten so viel Silber, daß sie die ganzen Schiffe damit beluden und selbst die Anker aus Silber fertigten. Als Neu-Karthago erbaut war, wurde daselbst eine ganze Anzahl von Gruben in Betrieb gesetzt, und Hannibal bezog, wie Plinius sagt, aus einer derselben täglich 300 Pfund Silber. Einige Jahrzehnte später ließen die Römer, welche nun Spanien besaßen, in den Silbergruben Neu-Karthagos, wie Polybius erzählt, 40000 Menschen arbeiten, wobei Tag für Tag 25000 Drachmen (15600 ℳ) gewonnen wurden. — Noch später sind jene Gruben ganz verlassen worden, namentlich weil man in alter Zeit alle Wälder ringsum für die Silbergewinnung verwendet hatte und in dem heißen, trockenen Klima keine neuen gewachsen waren, so daß es gänzlich an Bauholz und Kohlen fehlte. Erst in neuer Zeit hat eine englische Gesellschaft die Arbeit in Süd-Spanien wieder eröffnen und Kohlen aus England senden lassen; namentlich werden bei Neu-Karthago und in der von da westlich liegenden Sierra Morena die alten Schlacken wieder ausgeschmolzen; sie sind reich an Blei und Silber. Als Roßmäßler Karthagena besuchte, wurde ihm

die Zahl der für die Silbergruben arbeitenden Leute auf 12000 angegeben.

Die Spanier haben bei der Eroberung Mittel- und Süd-Amerikas unermeßliche Mengen von Silber erbeutet. Nach Alexander v. Humboldts Berechnung haben die von den Spaniern in Besitz genommenen amerikanischen Länder in den 311 Jahren seit ihrer Entdeckung bis zum Jahre 1803: 512700000 Mark Silber geliefert, und die jährliche Ausbeute betrug, als v. Humboldt diese Länder verließ, noch 3460000 Mark. — Jetzt nimmt man an, daß Chile jährlich 160000 Mark liefert, welche, vorzugsweise bei Coquimbo, in rauhen, fast unzugänglichen Gebirgsgegenden gewonnen werden; — auf Bolivia rechnet man 300000 Mark; Potosi allein hat vom Jahre 1545 bis 1803 für fast 15 Millionen Thaler geliefert; sein Bergwerk befindet sich auf einem öden, 15000 Fuß hohen Berge, dem Cerro de Potosi, in welchen mehr als 300 Schächte getrieben sind. — Das jetzige Peru liefert vorzüglich aus der Umgebung der in einer sehr rauhen Gegend, 14280 Fuß über dem Meeres-Niveau gelegenen Stadt Pasco und des 11140 Fuß hoch gelegenen Städtchens Micnipampa Silber; der jährliche Betrag wurde früher auf 60000 Mark angegeben. Die Entdeckung jenes Grubenbezirks wird auf folgende Weise erzählt. Auf den Bergen um den See von Lauricocha, welchem der Amazonenstrom entfließt, zündete ein indianischer Hirt Huari Capcha vor etwa 250 Jahren, um sich vor der nächtlichen Kälte zu schützen, ein großes Feuer an. Am andern Morgen sah er zu seinem höchsten Erstaunen die Steine unter der Asche geschmolzen und in Silber umgewandelt. Es war das Ausgeh-Ende des Ganges, auf welchem noch jetzt die Grube Descubridora (d. h. die Entdeckerin) bei Cerro de Pasco baut. Von den berühmten, in der Nähe Micnipampas gelegenen Gruben von Chota sagt A. v. Humboldt in seinen „Ansichten der Natur": „Der dortige Silberberg Gualgayoc ist eine isolierte Hornstein-Klippe, von zahllosen Silbergängen durchsetzt; die höchsten Gruben liegen 1445 Fuß über der Sohle des untersten Stollens. Der Berg ist bis zu seiner größten Höhe von vielen hundert Stollen durchlöchert; die Häuser hängen nesterartig am Abhange des Berges, wo eine kleine Bodenfläche es irgend erlaubt hat. Die Bergleute tragen die Erze auf steilen, gefährlichen Fußpfaden in Körben zu den Amalgamations-Plätzen herab. Der Wert des Silbers, welches diese Gruben in den ersten 30 Jahren, von 1771 bis 1802, geliefert haben, beträgt wahrscheinlich weit über 32 Millionen Piaster. In dieser vegetationslosen Einöde, wo einen großen Teil des Jahres hindurch das Wasser allnächtlich gefriert, wo nur

Kohl und Salat gedeiht, leben 3- bis 4000 Menschen, denen alle übrigen Lebensmittel aus den warmen Thälern zugeführt werden." — Für das silberreichste Land der Welt gilt Mexiko, welches an 3000 Silbergruben hat und jetzt jährlich an 2 Millionen Mark liefern kann, das meiste aus den Gegenden von Guanaxuato, Zacatecas, Fresnillo, Catorce; ein einziger Silbergang in dem Bergwerke von Zacatecas, Veta Grande genannt, hat in den Jahren 1827—1839 für mehr als 150 Millionen Franken Silber geliefert. Äußerst reich an Silber ist im nördlichen Mexiko Chihuahua. Dort sind Hunderte von Häusern und die Mauern der Gärten und Felder von Schlacken gebaut. Der jährliche Ertrag der Vereinigten Staaten wurde früherhin auf 140 000 Mark geschätzt. Seit dem Jahre 1859 werden an dem Ostabhange der Sierra Nevada (vgl. S. 13) Silbererze neben gediegenem Silber in großer Menge gegraben und zum Teil an Ort und Stelle verhüttet, zum Teil in weite Ferne geschickt. Gegenwärtig haben die Vereinigten Staaten von Nordamerika weitaus die größte Silberproduktion. In Britisch Nordamerika kommt Silber nördlich vom Lake Superior und an der Thunderbay vor.

In Asien ist es besonders Sibirien und zwar die Gegend von Nertschinsk, sowie das Altai-Gebirge, wo wir große Schätze an Silber und anderen Metallen, von welchen schon beim Gold die Rede gewesen ist, finden. Bei Nertschinsk kommt das Silber nebst Gold vorzugsweise im Bleiglanz vor; der Bleiglanz wird zum Teil nach den Hüttenwerken am Altai geschafft, um dort auf den Treibherden Gold und Silber auszuscheiden. Die nertschinskischen Gruben werden seit dem Jahre 1704 für die russische Krone abgebaut und gaben ums Jahr 1838 jährlich etwa 225 Pud Silber, die etwa 16 500 Mark gleichkommen. Nach Cochranes Angabe arbeiteten während des Jahres 1822 in jenen Gruben und Hütten 2458 Verbannte, ferner 699 Unterbeamte, 78 Oberbeamte, mehrere hundert freie Leute, und 17 000 Bauern der Umgegend mußten für die Werke fronen. In den Bergwerken am nördlichen Fuße des Altai-Gebirges, im Schlangenberg und dessen Umgegend, wurden in den 16 Jahren von 1823 bis 1839, wie der Finanzminister Graf Cancrin an Alexander v. Humboldt schreibt, 14 704 Pud Silber gewonnen, während in derselben Zeit die nertschinskischen Werke 3301 Pud lieferten. Die Silberstraße, auf welcher Gold und Silber von Barnaul am Altai nach Petersburg gelangen, ist fast 650 geographische Meilen lang und führt über Omsk, Tobolsk und Moskau.

„Gold und Silber werden, wenn sie gediegen vorkommen, von

erdigen und steinigen Teilen, sowie von oxydierten Metallen und von allen vorhandenen unedlen Metallen, welche sich nicht mit Quecksilber amalgamieren, durch bloße Amalgamation und vom Quecksilber wieder durch Hitze getrennt; Erze jedoch, deren Silber mit Schwefel verbunden ist, muß man erst, nachdem sie fein gepocht sind, mit Kochsalz vermischt rösten, wobei sich das Silber mit dem Chlor des Salzes zu Chlorsilber verbindet. Darauf wird die Masse mit Zusatz von Wasser und kleinen Stückchen Eisen in Fässern durch eine Maschine gedreht, wobei das Eisen dem Silber das Chlor entzieht und das Silber ausgeschieden wird. Ist dies geschehen, so wird Quecksilber zugesetzt, welches das Silber auflöst, zu Boden sinkt und, wenn die Fässer stille stehen, durch ein kleines Loch abgelassen und aufgefangen wird. Ist das Quecksilber dann durch Glühen vom Silber getrennt, was in eisernen Gefäßen geschieht, so wird das Silber noch von den unedlen Metallen, die das Quecksilber ebenfalls aufgelöst hatte, durch Abtreiben mit Blei geschieden.

Wie man Silber, das stark mit fremdartigen, unedlen Stoffen gemengt ist, in Schmelzöfen schmilzt, dann auf dem Treibherd samt dem etwa vorhandenen Golde ausscheidet, nachher von letzterm noch trennt, ist beim Golde beschrieben worden. — Das Verfahren beim Schmelzen der silberhaltigen Erze erleidet, je nach der Verschiedenheit der vorhandenen metallischen und nichtmetallischen Teile, mancherlei Abänderungen. — Das Silber, welches auf dem Treibherde zurückbleibt, heißt Blicksilber, und der Augenblick, wo das letzte oxydierte Blei von dessen Oberfläche verschwindet und diese mit blinkendem Glanze erscheint, der Silberblick. Das Blicksilber wird darauf, da es noch nicht ganz rein ist, abermals auf einem kleinen Treibherd, den man Test nennt, mit Zusatz von etwas reinem Blei durch Abtreiben gereinigt, feingebrannt, und heißt nun Feinsilber, Brandsilber. Bei diesem Abtreiben zeigen sich wunderschöne, bewegliche purpurfarbige Flecken, Streifen, Netzfiguren auf der Oberfläche, welche verschwinden, sobald das Silber ganz gereinigt ist. Ist es endlich dem Erkalten nahe, so treten baum-, turm- oder blumenartige Gestalten bis zur Höhe eines halben Zolles aus seinem Innern hervor."

Silber, das noch nicht verarbeitet ist, wird, wie Gold, in Barren verhandelt.

Die Anwendung des Silbers zu Münzen, Schmuckwaren, Hausgerätschaften ist eine sehr ausgedehnte. Da das reine Metall jedoch sehr weich ist, sich folglich im Verkehr allzu schnell abnutzen würde, so erhält es einen Zusatz von Kupfer (es wird mit Kupfer legiert), wodurch

es härter wird, aber auch in Berührung mit Säuren, Salz, Fett, leicht Grünspan ansetzt. Der Feingehalt (Silbergehalt) der Silberwaren, wie der der Goldwaren ist gesetzlich geregelt. Früher wurde der Feingehalt der Silberwaren durch das Wort „lötig" ausgedrückt; eine Mark der Legierung wurde nämlich zu 16 Lot (nach altem Gewicht) angenommen; eine Legierung von 12 Lot Silber und 4 Lot Kupfer hieß zwölflötig, eine Legierung von 14 Lot Silber und 2 Lot Kupfer vierzehnlötig, und da der Silbergehalt der Waren durch einen Stempel auf denselben angegeben sein muß, so tragen die aus jenen Legierungen gefertigten Waren den Stempel 12 oder 14. Gegenwärtig nimmt man an, die Legierung sei in 1000 gleiche Teile geteilt, und giebt den Feingehalt in Tausendsteln an. Man begegnet daher auch bereits Silberwaren, welche mit 800 oder 750 bezeichnet sind und also 800 Tausendstel oder 750 Tausendstel Silber enthalten. Die deutschen Reichsmünzen, die Vereinsthaler, die österreichischen Gulden und die französischen Silbermünzen haben einen Feingehalt von 900 Tausendsteln, bestehen also aus 900 Teilen Silber und 100 Teilen Kupfer. Aus 1 Pfund = 500 g Feinsilber und 55 g Kupfer oder 555 g Münzsilber prägt man 20 Fünfmarkstücke oder 50 Zweimarkstücke oder 100 Einmarkstücke oder 200 Fünfzigpfennigstücke oder 500 Zwanzigpfennigstücke. Ein Markstück wiegt 5,5 g; 90 Mark in Silbermünzen geben 1 Pfund. Um die bei hohem Kupfergehalt ins Gelbrote spielende Farbe an den Münzen (und Geräten) in Weiß zu verwandeln, erhitzt man diese beim Zutritt der Luft bis zum Rotglühen. Es verwandelt sich dann das Kupfer der Oberfläche in Kupferoxyd, das leicht durch Kochen in verdünnter Schwefelsäure, die das Kupferoxyd auflöst, entfernt werden kann. Zur Herstellung der Silbermünzen wird das Silber mit dem erforderlichen Kupfer in Graphittiegeln zusammengeschmolzen und die Legierung in gußeiserne Formen gegossen, wodurch flache Stäbe, sogenannte Zaine entstehen, die zwischen Stahlwalzen zu Blechen von der gehörigen Dicke ausgewalzt werden. Aus diesen werden runde Scheiben von der Größe der Münzen ausgeschlagen. Die Scheiben werden gewogen, gerändelt, geglüht, mit Schwefelsäure blank gebeizt und dann geprägt, indem man sie zwischen Stahlstempeln einem kräftigen Druck aussetzt. Der Feingehalt der Münzen heißt das Korn, ihr Gewicht das Schrot. Zur Versilberung anderer Metalle wurde früher vorzugsweise das Verfahren der Feuerversilberung benutzt. Man trägt dabei flüssiges Silberamalgam mit einer Bürste auf die blanken Gegenstände, erhitzt sie darauf, bis das Quecksilber verdampft ist, und poliert die nunmehr mit Silber bedeckte matte Oberfläche. Gegenwärtig

wird beinahe nur noch die galvanische Versilberung angewendet, bei welcher man eine Auflösung von Cyansilber und Cyankalium in Wasser benutzt. (Cyan ist eine chemische Verbindung von Kohlenstoff und Stickstoff.) Früher wurden auch unedle Metalle (Kupfer, Messing) oft mit einer sehr dünnen Silberplatte belegt und durch bloßes Zusammenpressen mit derselben vereinigt. — Silberwaren werden mit Silber, welches mit Kupfer und Zink legiert ist, und mit Hilfe von Borax gelötet. — Eine chemische Verbindung des Silbers mit Jod (Jodsilber) wird bei der Anfertigung von Photographieen in großer Menge verwendet.

Das **Platin** kommt gewöhnlich in kleinen, platten oder stumpfeckigen Körnern mit glatter, glänzender Oberfläche (Platinsand), seltener in verschieden gestalteten Klumpen, äußerst selten in kleinen würfelförmigen Krystallen oder in Oktaëdern vor. Es ist mehr stahlgrau als silberweiß, auch fast glanzlos und daher ziemlich unansehnlich, aber sehr geschmeidig und dehnbar, bisweilen auch etwas magnetisch. Der Härte nach steht es zwischen dem Flußspat und Apatit (H = 4—5) und nach seinem Gewichte gehört es zu den schwersten Körpern der Erde, da es 16—19mal, in ganz reinem (und gehämmertem) Zustande über 21mal so schwer als Wasser ist (G = 21,5). Es ist niemals ganz rein, sondern in der Regel mit 5—13 Prozent Eisen, etwas Kupfer und den sogenannten Platinmetallen Iridium, Rhodium, Palladium, Osmium, Ruthenium verbunden (legiert); bisweilen enthält es auch etwas Gold.

Man findet das Platin fast nur im aufgeschwemmten Lande, besonders am Ural und in Südamerika und auf Borneo. Am Ural kommt es meist mit Gold zugleich im Sande fast aller Thäler auf dem Ostabfalle, so bei Bogoloroſk, Kutschwinsk, Newjansk, Miask, aber auch auf dem Westabfalle bei Bissersk und in größter Menge bei Nischne-Tagilsk, wo es ursprünglich mit Chromeisenerz in einem in Serpentin umgewandelten Olivingestein eingewachsen war. Ähnlich ist das Vorkommen in Südamerika, in Kolumbien, Brasilien und auf St. Domingo, sowie in Kalifornien, am Rogue-River im Staate Oregon, in Kanada und auf der Insel Borneo. Bei Santa Rosa bei Antioquia in Kolumbien soll es mit Gold auf Gängen von Quarz und Braueisenerz vorkommen. Im Jahre 1800 erhielt A. v. Humboldt in Kolumbien ein zollgroßes Geschiebe, das damals größte Stück, welches 4 Lot wog und bei einem spezifischen Gewicht von 18,94 und blank geschliffener Oberfläche noch heute eins der schönsten Stücke des Berliner Museums ist; im Ural wurden Klumpen bis zu 20 Pfund im Gewicht gefunden. Es ist bemerkenswert, daß man Platin in geringer Menge im Fahlerz,

in der Zinkblende, im Gold von Tilkerode am Unterharz und sogar in verschiedenen Gesteinen der französischen Schweiz und auch im Sande des Rheins (0,0004 Prozent) nachgewiesen hat.

Das rohe Platin (Platinerz), das durch den Waschprozeß, wie das Waschgold, gewonnen wird, enthält 51,5 bis 86,2 Prozent Platin. Um aus demselben das Platin darzustellen, wird das rohe Platin in Königswasser, einem Gemisch von Salpetersäure und Salzsäure, erhitzt, wobei sich das Platin mit dem Chlor der Salzsäure (zu Platinchlorid) verbindet und auflöst. Darauf wird der Lösung Salmiaklösung zugesetzt, wodurch ein gelber Niederschlag (Ammonium-Platinchlorid), der sogenannte Platinsalmiak entsteht. Durch Glühen des Platinsalmiaks erhält man eine graue, glanzlose, pulverig-schwammige Masse, welche Platinschwamm genannt wird. Der Platinschwamm wird stark zusammengepreßt, bis zur Weißglut erhitzt und durch Hämmern in kompaktes Metall verwandelt oder im Knallgasgebläse geschmolzen. Das meiste im Handel vorkommende Platin enthält bis zu 2 Prozent Iridium, eine Beimengung, die es besonders zu Gefäßen geeignet macht, da eine Legierung von Platin und Iridium gegen chemische Einflüsse widerstandsfähiger ist als reines Platin.

Das reine Platin ist zinnweiß, stark glänzend und hat, wie bereits erwähnt, ein spezifisches Gewicht von 21,5. An Dehnbarkeit steht es dem Golde wenig, dem Silber gar nicht nach, da es sich biegen, hämmern und walzen, so dünn wie Blattsilber schlagen und zu haarfeinem Draht ausziehen läßt. Dabei besitzt es große Festigkeit, hinsichtlich der es dem Eisen kaum nachsteht. Mit dem Eisen hat das Platin auch die wichtige Eigenschaft gemein, daß es sich in der Weißglühhitze, aber noch weit unter seinem Schmelzpunkt schweißen läßt. In der Hitze der gewöhnlichen Schmelzöfen kann es nicht zum Schmelzen gebracht werden, es schmilzt aber in einem Kalktiegel (einem ausgehöhlten Stück dichten Ätzkalk) mit Leichtigkeit in der Flamme des Knallgasgebläses und über der sogenannten Devilleschen Gebläselampe, in welcher Leuchtgas durch Sauerstoff verbrannt wird (im Leuchtgas-Sauerstoffgebläse); über seinen Schmelzpunkt (etwa 2000°) erhitzt, verflüchtigt es sich sogar. Das geschmolzene Platin zeigt im Augenblicke des Erstarrens die bereits beim Silber erwähnte Erscheinung des Spratzens. „Vor dem Lötrohr", sagt Lenz, „habe ich auf folgende Weise erzwungen, daß Platin in der Stearinkerzenflamme in kleine Kugeln schmolz. Ich bog von einem Platindraht, welcher die Stärke eines feinen Menschenhaars hatte, und welchen man z. B. von dem Platinschwämmchen eines Feuerzeugs nehmen kann, etwa 2 cm im rechten Winkel um und führte dessen Spitze gerade gegen die Spitze des Lötrohr-

flammen-Mantels." Mit Phosphor und einigen Metallen schmilzt das Platin sehr leicht zusammen. Berührt man mit der glühenden Spitze eines feinen Platindrahts ein Klümpchen Phosphor von Größe einer halben Linse und hält den Draht dann ferner in den untern Teil der entstehenden Phosphorflamme, so schmilzt er ganz leicht; wickelt man die Spitze des Platindrahts in ganz dünn geschlagenes Gold oder Silber, oder Zinn, oder Blei, oder Kupfer, oder taucht die befeuchtete Spitze in gepulvertes Wismut oder Antimon, und treibt die Spitze des Lötrohrflammen-Mantels dagegen, so schmilzt das Platin augenblicklich mit dem daran gehängten Metalle zusammen. An der Luft und im Wasser verändert sich das Platin nicht. Von Salzsäure, Salpetersäure, Schwefelsäure und Flußsäure (Fluorwasserstoffsäure) wird es nicht aufgelöst; nur in Königswasser ist es, wie wir gesehen, löslich. Von schmelzenden Alkalien (Kali, Natron) und Salpeter und besonders von einem Gemenge von Kali und Salpeter wird es in der Rotglühhitze ziemlich stark angriffen. Beim Erhitzen zwischen Holzkohlen nimmt es aus der Asche Kiesel auf und wird spröde. Man darf aus diesem Grunde Platintiegel niemals zwischen glühenden Kohlen erhitzen. Endlich hat das Platin auch die merkwürdige Eigenschaft, auf seiner Oberfläche Gase, besonders Sauerstoff, zu verdichten und infolge dessen durch bloße Berührung chemische Vorgänge zu bewirken, ohne dabei selbst eine Veränderung zu erleiden. So wird z. B. durch fein verteiltes Platin (Platinmohr) Alkohol in Essigsäure, Ammoniak in Salpetersäure, schwefelige Säure in Schwefelsäure umgewandelt (oxydiert). Läßt man Wasserstoff auf Platinschwamm, welcher von atmosphärischer Luft umgeben ist, strömen, so verdichtet sich der Wasserstoff und der Sauerstoff der Luft an den Flächen der Platinteilchen und durch diese Verdichtung entsteht so viel Wärme, daß der Platinschwamm glühend wird und der Wasserstoff sich entzündet. Vereinigt man eine solche Entzündungsvorrichtung mit einem Apparat, in welchem Wasserstoff dargestellt wird, so daß sich der verbrauchte Wasserstoff stets wieder ersetzt, so hat man einen Apparat, welcher früher unter dem Namen Platinfeuerzeug oder Döbereinersche Zündmaschine allgemein bekannt war. Bringt man über dem Dochte einer gewöhnlichen, mit einem Gemenge von Alkohol und Äther gespeisten Weingeistlampe eine Spirale von Platindraht an, zündet hierauf die Lampe an und löscht sie, wenn die Spirale glüht, rasch aus, so fährt letztere fort zu glühen, indem sich dabei das Gemenge von Alkohol und Äther fortwährend oxydiert und zwar unter einer Wärmeentwickelung, die hinreicht, um das Platin glühend zu erhalten (Davys Glühlampe).

Das Platin ist wegen seiner Widerstandsfähigkeit gegen Säuren, wegen seiner Schwerschmelzbarkeit und weil es an der Luft bei keiner Temperatur oxydiert, ein für den Chemiker unentbehrliches Metall. Er benutzt es in Form von Draht und Blech, in Form von Tiegeln, Abdampfschalen, Retorten, Löffeln, Zangen u. s. w. In Schwefelsäurefabriken sind die großen Kessel (Retorten), in welchen die Schwefelsäure auf die im Handel verlangte Stärke konzentriert wird, aus Platin. Sie sind aus sehr dünnem Blech gefertigt, kosten aber trotzdem 30 000 — 70 000 ℳ. Auch in Gold- und Silberscheideanstalten bedient man sich der Platinkessel zum Auflösen des Silbers. Außerdem wird Platin zu Normalmaßen, zu galvanischen Elementen, zu Blitzableiterspitzen, zu Spiegeln (Platinspiegel), zu Galanteriewaren, zum Platinieren anderer Metalle, zur Verzierung von Porzellan und Steingut, zu grauer Porzellanfarbe verwendet. Früher wurden in Rußland auch Münzen aus Platin geprägt. Trotz der Seltenheit des Platins ist sein Preis doch geringer als der des Goldes; es ist aber beträchtlich teurer als Silber. Die drei Metalle Silber, Platin, Gold verhalten sich ungefähr dem Werte nach zu einander wie $1:8:15\frac{1}{2}$.

Das Platin wurde zuerst im 16. Jahrhundert von Skaliger als ein in den Bergwerken Dariens gefundenes, unschmelzbares Metall bezeichnet; 200 Jahre später ward es wieder von Antonio de Ulloa, einem spanischen Mathematiker, der Mitglied der berühmten Gradmessung am Äquator im Jahre 1735 war, als Begleiter des Goldes erwähnt, aber erst im Jahre 1752 wurde es von dem schwedischen Chemiker Scheffer genauer untersucht. Die Platinproduktion betrug im Jahre 1876 in Rußland 38 Zentner, in Südamerika 9 Zentner, auf Borneo 2,5 Zentner.

Von den Metallen, welche sich stets in geringen Mengen in Begleitung des Platin finden und gewöhnlich als „die Gefährten des Platin" bezeichnet werden, sind Iridium und Palladium die wichtigsten.

Das Iridium kommt in sehr kleinen, losen, an den Ecken abgestumpften Oktaëdern und abgerundeten Körnern vor. Seine Farbe ist silberweiß, auf der Oberfläche gelblich, im Innern graulich, der Glanz ist starker Metallglanz. Es ist wenig dehnbar und der Härte nach steht es zwischen der 6. und 7. Härtestufe (H = 6—7); es ist also fast so hart wie Quarz und demnach das härteste unter allen Metallen. Durch sein außerordentlich hohes Gewicht (G = 23) ist es zugleich der schwerste aller Mineralkörper. Meist enthält es etwas Platin, Kupfer und Palladium. Mit dem in der Natur noch nirgends rein gefundenen Osmium bildet es zwei selbständige Legierungen, das Osmiridium und das

Iridosmium. Vor dem Lötrohr ist es unveränderlich, in Säuren, selbst in Salpetersäure unlöslich. Als Fundorte sind Nischne-Tagilsk und Nowjansk am Ural und Ava in Ostindien bekannt. — Vor einigen Jahren wurde den Chemikern die Aufgabe gestellt, reines Iridium in größerer Menge darzustellen, um eine Legierung von 1 Teil desselben mit 9 Teilen Platin als Material zur Darstellung der neuen Normalmaße für das metrische System zu benutzen, da diese Legierung sehr hart, so elastisch wie Stahl, schwerer schmelzbar als Platin, ganz unveränderlich an der Luft ist und eine prachtvolle Politur annimmt. Ein daraus verfertigtes Metermaß wurde 1870 von Johnson, Matthey & Komp. nach Paris geschickt, wo es allen möglichen Proben ausgesetzt wurde. Nach zwei Jahren wurde entschieden, daß es unbedingt das beste von allen der Prüfung unterworfenen sei, und die internationale Meterkommission beschloß, 250 kg der Platin-Iridium-Legierung zur Darstellung von 50 Meterstäben und eben so viel Normalkilogrammen anfertigen zu lassen.

Das Palladium findet sich in kleinen Oktaëdern und Körnern (mit Platin) in Brasilien und (mit Gold) bei Tilkerode im Harz. Es ist licht-stahlgrau und seine Härte ist 4,5—5. Über seine übrigen Eigenschaften giebt ein Zirkular Auskunft, in welchem es im Jahre 1803 von dem Handlungshause Forster in London zum erstenmale ausgeboten wurde. Das Zirkular lautete: „Palladium, oder neues Silber besitzt unter anderen Eigenschaften folgende, aus denen hervorgeht, daß es ein neues Metall ist. 1. Es löst sich in reinem Scheidewasser zu einer dunkelroten Flüssigkeit. 2. Eisenvitriol schlägt es aus dieser Lösung im reguliniſchen Zustande nieder, gerade wie Gold aus seiner Lösung in Königswasser. 3. Verdampft man die Lösung, so erhält man einen roten Kalk, der sich in Salzsäure und anderen Säuren löst. 3. Es wird durch Quecksilber und alle Metalle, ausgenommen Gold, Platin und Silber, gefällt. 5. Nach dem Hämmern hat es das spezifische Gewicht 11,3, aber nachdem es ausgewalzt ist, 11,8. 6. In einem gewöhnlichen Feuer läuft die Oberfläche etwas an und färbt sich blau; aber es erlangt den Glanz wieder, wie andere edle Metalle, wenn man es stärker erhitzt. 7. Selbst bei der höchsten Temperatur eines Schmiedefeuers ist es kaum schmelzbar. 8. Wenn man aber das erhitzte Metall mit einem Stückchen Schwefel berührt, so fließt es leicht wie Zink." Chenevix, welcher glaubte, es stecke ein Betrug dahinter, kaufte den ganzen Vorrat und zog aus seiner Untersuchung den Schluß, es sei ein eigentümlich dargestelltes Platinamalgam. Hierauf erschien ein neues Zirkular, in welchem eine bedeutende Belohnung dem versprochen wurde,

welcher nach Chenevix' Angabe, oder irgendeinem andern Verfahren auch nur einen Gran darstellen könne; aber niemand meldete sich; verschiedene deutsche Chemiker versuchten vergeblich, das neue Metall herzustellen. Wollaston zeigte sodann 1804 an, daß er der Entdecker des Palladiums sei, dessen Namen er dem 1802 entdeckten Planeten Pallas entlehnte; er beschrieb zugleich das Verfahren, dasselbe aus dem Platinerz zu gewinnen.

Das **Quecksilber** zeichnet sich vor allen anderen Metallen dadurch aus, daß es bei gewöhnlicher Temperatur flüssig ist; aber bei einer Kälte von 40° C erstarrt es zu einer bleiartigen, geschmeidigen Masse und krystallisiert in regulären Oktaëdern. Bei 360° C siedet und verdampft es. In der Natur bildet es kleine, kugelige oder lang ausgezogene (fadenförmig ausgezogene) Tropfen, meist zwischen Zinnober. Es hat eine zinnweiße, ins Bläuliche schillernde Farbe, einen ausgezeichneten Metallglanz, und ändert sich, wenn es rein ist, an der Luft nicht. Sein Gewicht ist 13,5. Vor dem Lötrohr verfliegt eine kleine Kugel, die in ein Grübchen der Kohle gelegt wird, sogleich. In Salpetersäure löst es sich schon bei gewöhnlicher Temperatur, in konzentrischer Schwefelsäure aber erst bei Erwärmung und unter Entwickelung von schwefeliger Säure auf. Außerdem hat es die Fähigkeit, Gold, Silber, Zinn, Blei, Zink, Wismut aufzulösen oder Amalgame (wie die Legierungen des Quecksilbers heißen) zu bilden. Bei vorherrschendem Quecksilber sind die Amalgame flüssig oder schmierig, bei geringerm Quecksilbergehalt fest oder starr. Wenn man ein blankes Kupferstäbchen in eine Quecksilberlösung legt, so bedeckt es sich mit silberfarbigem Amalgam.

Das Vorhandensein des Quecksilbers in Erzen oder anderen Stoffen erfährt man, wenn man letztere pulvert, mit Soda vermengt, mit Wasser befeuchtet und in einem Glaskölbchen glüht, wobei das Quecksilber frei wird, verdampft, sich höher am Glase, wo dieses noch kalt ist, ansetzt, und, mit einer Federfahne abgestrichen, sich in Kügelchen vereint. Das meiste Quecksilber wird aus Zinnober dargestellt. Das gediegene Quecksilber kommt am meisten in Gesellschaft von Zinnober auf Gängen, in Klüften und Höhlungen in den älteren Sedimentgesteinen (Thonglimmerschiefer, Grauwacke, Steinkohlenformation), seltener in Diluvialschichten (wie bei Lissabon und bei Sülbeck bei Lüneburg) und immer im Verhältnis zu dem Vorkommen des Zinnobers nur in unbedeutenden Mengen vor. Die bemerkenswertesten Fundorte sind: Mörsfeld und Moschellandsberg in der Rheinpfalz, Idria in Krain, Amaldén in Spanien, Huanca Belica in Peru, Neu-Almadén in Kalifornien.

Iridosmium. Vor dem Lötrohr ist es unveränderlich, in Säuren, selbst in Salpetersäure unlöslich. Als Fundorte sind Nischne-Tagilsk und Newjansk am Ural und Ava in Ostindien bekannt. — Vor einigen Jahren wurde den Chemikern die Aufgabe gestellt, reines Iridium in größerer Menge darzustellen, um eine Legierung von 1 Teil desselben mit 9 Teilen Platin als Material zur Darstellung der neuen Normalmaße für das metrische System zu benutzen, da diese Legierung sehr hart, so elastisch wie Stahl, schwerer schmelzbar als Platin, ganz unveränderlich an der Luft ist und eine prachtvolle Politur annimmt. Ein daraus verfertigtes Metermaß wurde 1870 von Johnson, Matthey & Komp. nach Paris geschickt, wo es allen möglichen Proben ausgesetzt wurde Nach zwei Jahren wurde entschieden, daß es unbedingt das beste von allen der Prüfung unterworfenen sei, und die internationale Meterkommission beschloß, 250 kg der Platin-Iridium-Legierung zur Darstellung von 50 Meterstäben und eben so viel Normalkilogrammen anfertigen zu lassen.

Das Palladium findet sich in kleinen Oktaëdern und Körnern (mit Platin) in Brasilien und (mit Gold) bei Tilkerode im Harz. Es ist licht-stahlgrau und seine Härte ist 4,5—5. Über seine übrigen Eigenschaften giebt ein Zirkular Auskunft, in welchem es im Jahre 1803 von dem Handlungshause Forster in London zum erstenmale ausgeboten wurde. Das Zirkular lautete: „Palladium, oder neues Silber besitzt unter anderen Eigenschaften folgende, aus denen hervorgeht, daß es ein neues Metall ist. 1. Es löst sich in reinem Scheidewasser zu einer dunkelroten Flüssigkeit. 2. Eisenvitriol schlägt es aus dieser Lösung im reguliniſchen Zustande nieder, gerade wie Gold aus seiner Lösung in Königswasser. 3. Verdampft man die Lösung, so erhält man einen roten Kalk, der sich in Salzsäure und anderen Säuren löst. 3. Es wird durch Quecksilber und alle Metalle, ausgenommen Gold, Platin und Silber, gefällt. 5. Nach dem Hämmern hat es das spezifische Gewicht 11,3, aber nachdem es ausgewalzt ist, 11,8. 6. In einem gewöhnlichen Feuer läuft die Oberfläche etwas an und färbt sich blau; aber es erlangt den Glanz wieder, wie andere edle Metalle, wenn man es stärker erhitzt. 7. Selbst bei der höchsten Temperatur eines Schmiedefeuers ist es kaum schmelzbar. 8. Wenn man aber das erhitzte Metall mit einem Stückchen Schwefel berührt, so fließt es leicht wie Zink." Chenevix, welcher glaubte, es stecke ein Betrug dahinter, kaufte den ganzen Vorrat und zog aus seiner Untersuchung den Schluß, es sei ein eigentümlich dargestelltes Platinamalgam. Hierauf erschien ein neues Zirkular, in welchem eine bedeutende Belohnung dem versprochen wurde,

welcher nach Chenevix' Angabe, oder irgendeinem andern Verfahren auch nur einen Gran darstellen könne; aber niemand meldete sich; verschiedene deutsche Chemiker versuchten vergeblich, das neue Metall herzustellen. Wollaston zeigte sodann 1804 an, daß er der Entdecker des Palladiums sei, dessen Namen er dem 1802 entdeckten Planeten Pallas entlehnte; er beschrieb zugleich das Verfahren, dasselbe aus dem Platinerz zu gewinnen.

Das **Quecksilber** zeichnet sich vor allen anderen Metallen dadurch aus, daß es bei gewöhnlicher Temperatur flüssig ist; aber bei einer Kälte von 40° C erstarrt es zu einer bleiartigen, geschmeidigen Masse und krystallisiert in regulären Oktaëdern. Bei 360° C siedet und verdampft es. In der Natur bildet es kleine, kugelige oder lang ausgezogene (fadenförmig ausgezogene) Tropfen, meist zwischen Zinnober. Es hat eine zinnweiße, ins Bläuliche schillernde Farbe, einen ausgezeichneten Metallglanz, und ändert sich, wenn es rein ist, an der Luft nicht. Sein Gewicht ist 13,5. Vor dem Lötrohr verfliegt eine kleine Kugel, die in ein Grübchen der Kohle gelegt wird, sogleich. In Salpetersäure löst es sich schon bei gewöhnlicher Temperatur, in konzentrischer Schwefelsäure aber erst bei Erwärmung und unter Entwickelung von schwefeliger Säure auf. Außerdem hat es die Fähigkeit, Gold, Silber, Zinn, Blei, Zink, Wismut aufzulösen oder Amalgame (wie die Legierungen des Quecksilbers heißen) zu bilden. Bei vorherrschendem Quecksilber sind die Amalgame flüssig oder schmierig, bei geringerm Quecksilbergehalt fest oder starr. Wenn man ein blankes Kupferstäbchen in eine Quecksilberlösung legt, so bedeckt es sich mit silberfarbigem Amalgam.

Das Vorhandensein des Quecksilbers in Erzen oder anderen Stoffen erfährt man, wenn man letztere pulvert, mit Soda vermengt, mit Wasser befeuchtet und in einem Glaskölbchen glüht, wobei das Quecksilber frei wird, verdampft, sich höher am Glase, wo dieses noch kalt ist, ansetzt, und, mit einer Federfahne abgestrichen, sich in Kügelchen vereint. Das meiste Quecksilber wird aus Zinnober dargestellt. Das gediegene Quecksilber kommt am meisten in Gesellschaft von Zinnober auf Gängen, in Klüften und Höhlungen in den älteren Sedimentgesteinen (Thonglimmerschiefer, Grauwacke, Steinkohlenformation), seltener in Diluvialschichten (wie bei Lissabon und bei Sülbeck bei Lüneburg) und immer im Verhältnis zu dem Vorkommen des Zinnobers nur in unbedeutenden Mengen vor. Die bemerkenswertesten Fundorte sind: Mörsfeld und Moschellandsberg in der Rheinpfalz, Idria in Krain, Amaldén in Spanien, Huanca Belica in Peru, Neu-Almadén in Kalifornien.

Der Queckſilberreichtum zu Idria iſt im Jahre 1497 entdeckt worden. Der Eingang zum Hauptſtollen befindet ſich mitten in der Stadt; 757 in Kalkſtein gehauene Stufen führen in eine Tiefe von 750 Fuß; auf Abſätzen und Bänken kann man ruhen; übrigens verzweigen ſich die Gruben weithin und enthalten auch eine Kapelle. Auf der Wiener Weltausſtellung im Jahre 1873 hatte Idria 150 Zentner Queckſilber ausgeſtellt, welches, den Zentner nach dem damaligen Preiſe zu 350 Gulden gerechnet, einen Wert von 52 500 Gulden repräſentierte. Auf dem ſtets leiſe bebenden Metall ſchwamm, um ein Geringes mehr als die Hälfte eingetaucht, eine Kanonenkugel. Das Queckſilber Idrias wird zum Transporte zu je 50 Pfund in doppelte, weißgare Schafbockleder beutel gebunden und zwei ſolcher Beutel in ein hölzernes Fäßchen verpackt. (Anderwärts transportiert man dieſes Metall in ſchmiedeiſernen Flaſchen.) Im Jahre 1877 lieferte Idria 380 200 kg Queckſilber.

Die reichſten und älteſten Queckſilberbergwerke Europas ſind zu Almadén in der Sierra morena, dem ſchwarzen Gebirge; ſie erreichen eine Tiefe von 357 m und beſchäftigen 3- bis 4000 Menſchen. Die Ausbeute iſt mit der Entdeckung der amerikaniſchen Queckſilberlager beträchtlich geſunken. 1525—1645 hatten die Fugger, 1836—1863 die Rothſchilds die Minen in Pacht. „Das Bergwerk von Almadén“, ſagt Willkomm, „hat einen langen, aus Quaderſteinen erbauten, auf beiden Seiten mit granitnen Trottoirs verſehenen Stollen zum Eingang, geräumig genug, daß ein mit zwei Pferden beſpannter Karren darin fahren kann. Das Muttergeſtein des Bergwerks iſt Thonſchiefer; die Tiefe beträgt 1140 Fuß; es iſt in neun Stockwerke geteilt, welche durch einen ſenkrecht bis zur Sohle gehenden Schacht verbunden ſind, durch den die Erze emporgefördert werden. Die Bergleute ſelber ſteigen in das erſte Stockwerk auf einer bequemen Felſentreppe hinab, in die übrigen auf Leiterfahrten. Die oberen Stockwerke ſind trocken, die unteren ſind naß; ihr Waſſer wird durch Handpumpen in einen großen unterirdiſchen Behälter geleitet, welcher wöchentlich einmal vermittelſt einer Dampfmaſchine von 54 Pferdekraft geleert wird. Der Zinnobergang dieſer Grube hat eine ans Fabelhafte grenzende Mächtigkeit, in den oberen Stockwerken nämlich 18 Fuß, im unterſten 60, ſo daß noch Vorrat für Jahrtauſende da iſt. Der Anblick des koloſſalen Erzganges iſt an den Arbeitsſtellen wegen der dunkelroten, ſchillernden Farbe des Zinnobers prächtig, und die Pracht wird noch durch wunderſchöne, dazwiſchen befindliche Kryſtalldruſen von Kalkſpat erhöht. Die zum Bergwerke von Almadén gehörigen Hüttenwerke beſtehen aus koloſſalen Öfen; jedoch kann man nur zur Winterzeit

destillieren, weil nur im Winter die Temperatur des Wassers dort kühl genug ist, die Quecksilberdämpfe niederzuschlagen." — Lopez de Arebado, welcher 23 Jahre Arzt zu Almadén gewesen, fand, „daß sich diejenigen Arbeiter, welche sich vor dem Essen die Hände zu waschen, sich nach dem Verlassen der Grube jedesmal zuhause zu reinigen und frische Kleider anzulegen pflegen, bei gutem Wohlsein befinden und bis 60 Jahre alt werden können, wenn sie auch schon jung die Arbeit mitgemacht; daß dagegen Leute, welche jene Vorsicht nicht gebrauchen, sehr leicht erkranken, und daß diejenigen sicher bald elend werden, welche bei der Destillation des Quecksilbers angestellt sind. Tiere, welche auf den Wiesen in der Nähe der Öfen grasen, werden sehr häufig vom Zittern befallen."

Quecksilber ist ein gefährliches Gift. In den Gruben zu Idria entstand am 11. Mai 1803 durch schlagende Wetter ein Brand, wobei die 1300 Mann starke Knappschaft durch die Quecksilberdämpfe so gefährlich angegriffen wurde, daß 900 von einem beständigen Zittern befallen und zu aller Arbeit unfähig wurden; die übrigen 400 wurden zwar wieder etwas hergestellt, blieben aber zeitlebens so kraftlos, daß ihre Arbeit auf die Hälfte herabgesetzt werden mußte. — Wird Quecksilber über seinen Siedepunkt erhitzt, so verfliegt es als farbloser, sehr gefährlicher Dampf. Es verdampft aber auch bei gewöhnlicher Zimmerwärme, wie man leicht bemerkt, wenn man blankes Gold über ihm befestigt, dessen Oberfläche dann allmählich amalgamiert und weiß wird. Stellt man neben ein zollhohes Erbsenpflänzchen ein Schälchen voll Quecksilber und bedeckt beide mit einer Glocke, so stirbt das Pflänzchen sehr bald. Zerbricht in einem Zimmer oder Treibhause ein Thermometer, so muß man das ausgelaufene Quecksilber sorgfältig sammeln, weil es die Luft vergiftet. Wie stark die Wirkung ist, wenn es in Masse verdunstet, davon lieferte das mit 220 Personen bemannte englische Schiff Medusa ein auffallendes Beispiel. Einige Fässer mit Quecksilber waren geborsten und ausgelaufen und hatten sich unten in dem feuchten Schiffsraume verteilt. Die Meisten der Mannschaft verloren die Zähne, bekamen heftigen Speichelfluß und zwei büßten ihr Leben ein. Alle an Bord befindlichen Tiere, wie Schweine, Hunde, Schafe, Ratten unterlagen den verheerenden Wirkungen des Metalls.

Viel Quecksilber wird zu Thermometern gebraucht. Es eignet sich dazu vortrefflich, weil es sich bei den verschiedenen Temperaturen bis zu seinem Siedepunkt fast ganz regelmäßig ausdehnt, was andere Flüssigkeiten nicht thun, indem sie die Ausdehnung mit zunehmender Wärme

steigern; ferner weil sein Siedepunkt erst bei sehr bedeutender Hitze eintritt, und weil es bei einer Kälte gefriert, wie wir sie im mittlern Europa nur künstlich, z. B. durch Mischung von Schnee und Chlorkalcium, hervorzubringen vermögen. — Viel wird auch auf Barometer verwendet; hierzu eignet es sich wegen seiner Schwere von allen Flüssigkeiten am besten. Der gewöhnliche, auf den offenen Schenkel der Röhre wirkende Luftdruck treibt es in dem geschlossenen nur 28 Zoll (76 cm) hoch, während er Wasser 32 Fuß hoch treiben würde; auch ist der Umstand beim Quecksilber sehr vorteilhaft, daß seine Masse sich durch Verdunstung nur sehr langsam verringert. — Unsere gewöhnlichen Spiegel bestehen aus einer Glasplatte, deren Hinterseite mit einem Amalgam von Quecksilber und Zinn belegt ist. — Kalomel, eine künstlich dargestellte Verbindung von Quecksilber und Chlor, wird oft in kleinen Gaben als Arznei angewendet. — Sublimat besteht aus 73,86 Prozent Quecksilber, 26,14 Prozent Chlor und ist sehr gefährlich. — Die graue Quecksilbersalbe der Apotheken besteht aus reguliniſchem Quecksilber, das mit Fett innig zusammengerieben ist. — Das Knallquecksilber der Zündhütchen wird bereitet, indem man Quecksilber in Salpetersäure auflöst und Weingeist und Schießpulver zusetzt.

Quecksilber und Zinnober waren schon Jahrhunderte vor Christi Geburt bekannt. Theophrast (um 300 v. Chr.) nennt das Quecksilber „flüssiges Silber", das man durch Zerreiben von Zinnober mit Essig in einem Kupfergefäße darstelle. Dioskorides (im 1. Jahrhundert unserer Zeitrechnung) giebt an, daß es durch Erhitzen von Zinnober und Kohle in einer eisernen Schale, auf die man einen Deckel kitte, gewonnen werde. Plinius unterscheidet das so erhaltene Quecksilber als Hydrargyrum von dem gediegen vorkommenden, welches er argentum vivum nennt, und er wußte auch schon, daß alle Körper, außer Gold, darauf schwimmen. Isidorus (im Anfange des 7. Jahrhunderts) erkannte die auflösende Wirkung des Quecksilbers auf andere Metalle und seinen schädlichen Einfluß auf den tierischen Körper. Die Alchemisten, die es für einen Bestandteil aller Metalle hielten, machten mit dem Quecksilber zahllose Versuche. Als Metall wurde es schon von Basilius Valentinus und Agricola betrachtet, doch als solches erst allgemein anerkannt, als Braune in Petersburg im Winter von 1759 auf 1760 gefunden hatte, daß man es durch eine aus Schnee und Salpetersäure erhaltene Kältemischung zur Erstarrung bringen kann. Lavoisier bestimmte es 1785 als einen einfachen Körper oder Grundstoff.

b. Unedle Metalle.

Das **Eisen**, das wichtigste und wertvollste aller Metalle, „der Grundpfeiler unserer Zivilisation", wie es genannt wird, kommt nur sehr selten gediegen vor, und wird daher aus seinen Erzen künstlich dargestellt. Das im großen gewonnene Eisen ist jedoch niemals rein, sondern enthält stets mehr oder weniger Kohlenstoff und andere Beimengungen. Am reinsten ist weiches Schmiedeeisen, besonders das zu Klavierdraht verwendete, welches nur 0,3 Prozent fremde Bestandteile enthält.

Das reine künstlich dargestellte Eisen ist fast silberweiß, starkglänzend, dehnbar und hämmerbar, und steht zwischen der 4. und 5. Härtestufe ($H = 4{,}5$). Sein spezifisches Gewicht ist 7,8. Es ist magnetisch, d. h. es wird vom Magnet angezogen und unter dessen Einfluß selbst zum Magnet. In der Rotglühhitze erweicht es und in der Weißglühhitze wird es so weich, daß sich zwei getrennte Stücke durch Hämmern oder Pressen vereinigen oder zusammenschweißen lassen. In trockener Luft bleibt es unverändert, aber in feuchter Luft (und besonders in lufthaltigem Wasser) rostet es, d. h. es bedeckt sich mit Rost, einer rot- oder gelblich-braunen Schicht von Eisenhydroxyd (Eisenoxydhydrat). Manche andere Metalle, welche ebenfalls rosten, wie z. B. Zink, werden, nachdem sie sich mit einer dünnen Rostschicht (Oxydschicht) bekleidet haben, durch diese vor dem weitern Rosten in feuchter Luft geschützt, das Rosten schreitet nicht fort. Beim Eisen dagegen setzt sich der Prozeß auch unter dem Rost weiter fort, so daß Eisenbleche nach verhältnismäßig kurzer Zeit gänzlich durchlöchert und schließlich ganz in Eisenhydroxyd verwandelt werden; der Rost zerfrißt das Eisen, wie man sagt. Aus diesem Grunde sind Eisenbleche z. B. zum Bedecken der Dächer unbrauchbar und Zinkbleche werden denselben zu diesem Zwecke vorgezogen. Ein dünner Überzug von Zink (wie er auf galvanisiertem Wege erzeugt werden kann) schützt das Eisen vor dem Rosten; ebenso rostet das Eisen nicht im Wasser, in welchem kleine Mengen von kohlensaurem Natron aufgelöst worden sind. Wird Eisen an der Luft bis zum Glühen erhitzt, so verwandelt es sich an der Oberfläche, indem es sich mit dem Sauerstoff der Luft verbindet, in eine schwarze, spröde Masse, die ein Gemenge von Eisenoxyd und Eisenoxydul darstellt und Hammerschlag genannt wird, weil sie sich unter kräftigen Hammerschlägen leicht ablöst. Nimmt man einen Eisendraht von der Stärke einer Schweinsborste, biegt ein zolllanges Stück im rechten Winkel und hält dessen Spitze gerade gegen die Spitze des Mantels der Lötrohrflamme, so daß sich diese an dem Draht hinzieht, so schmilzt dessen Spitze leicht und meist unter Funken-

sprühen zu einer Kugel, die aus oxydiertem Eisen (Hammerschlag) besteht und unter dem Hammer sofort zerfällt. Von den meisten verdünnten Säuren (Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure) wird es leicht aufgelöst, dagegen ist es in konzentrierten Säuren wenig löslich. „Bringt man $^1/_2$ Theelöffel Eisenfeilspäne in ein Probierglässchen und gießt etwa ebenso viel konzentrierte Salpetersäure darauf, so erhitzt sich die Masse augenblicklich gewaltig, schäumt und stößt giftige, braune Dämpfe aus. Hat sie sich abgekühlt, so gießt man etwa 3 Theelöffel Wasser zu, filtriert sie, und die Flüssigkeit ist nun durch das entstandene und aufgelöste salpetersaure Eisenoxyd schön braun. Gießt man gewöhnliche starke Salzsäure auf Eisenfeilspäne, so steigt sogleich unter starker Erhitzung Schaum empor; gießt man nach einiger Zeit Wasser zu, so kühlt sich die Masse, aber die Auflösung des Eisens geht noch lange unter fortwährender Entwickelung von Bläschen fort und die Flüssigkeit wird hellgrün durch die entstandene Verbindung von Eisen und Chlor. Gießt man auf 1 Theelöffel Eisenfeilspäne 1 Theelöffel gewöhnliche starke Schwefelsäure, so schäumt die Masse etwas und erhitzt sich ein wenig. Gießt man nun etwa 1 Eßlöffel Wasser zu, so wird sie gewaltig heiß, treibt mit Heftigkeit zahllose Blasen, die Flüssigkeit wird blaßgrün und giebt, wenn sie filtriert und dann in einem Porzellanschälchen abgedampft wird, Eisenvitriol. Gießt man starken Essig auf Eisenfeilspäne, so bekommt man sehr allmählich eine braune Flüssigkeit, essigsaures Eisenoxyd. Bringt man in irgendeine der 4 eben genannten, aus Säure, oxydiertem Eisen und Wasser bestehenden Verbindungen zerstoßene Galläpfel, so bekommt man eine schwarze Farbe; bringt man aber Blutlaugensalz hinein, eine blaue, wie wir oben beim Eisenvitriol gesehen haben."

Das gediegene Eisen, welches im allgemeinen die obengenannten Eigenschaften des künstlich dargestellten hat, wird als *tellurisches* (irdisches) und *meteorisches* oder *kosmisches* (aus dem Weltraum stammendes) unterschieden. Beide Arten, wie das künstlich dargestellte Eisen, welches zuweilen Oktaëder erkennen läßt, krystallisieren im tesseralen System.

Das *tellurische* Eisen findet sich in Körnern und Blättchen bisweilen eingesprengt in manchen Gesteinen, wie z. B. im Basalt, ist aber wegen seiner geringen Menge als gediegenes Eisen von keiner Bedeutung. Es ist entweder fast ganz rein, oder mit etwas Kohlenstoff und Graphit verbunden. Bemerkenswerte Vorkommen des tellurischen Eisens sind Mühlhausen in Thüringen (wo es in Eisenkiesknollen im Kalkstein gefunden wurde), Chotzen in Böhmen (wo es in knolligen Gebilden, die

durch Zersetzung von Eisenkiesknollen entstanden sind, im Plänerkalk entdeckt wurde), die Gegend von St. Johns River in Liberia (wo es mikroskopische Krystalle von Quarz und Magneteisenerz umschließt und in großer Menge vorkommen soll), Minas Geraës in Brasilien, die Platinsand-Ablagerungen des Ural, sowie die Goldsand-Ablagerungen am Altai. Bahr fand gediegenes Eisen in einem durch Sumpferz versteinerten Baume aus dem Ralängsee bei Catharinenholm in Småland, und Andrews hat gezeigt, daß viele basaltische Gesteine etwas gediegenes Eisen in mikroskopisch feinen Teilen enthalten.

Das meteorische Eisen findet sich teils in großen Klumpen von zackiger, zelliger und poröser Struktur, teils eingesprengt in den Meteorsteinen. Es enthält in der Regel 3—8 Prozent Nickel (selten bis 17 Prozent und darüber), auch sind kleine Beimischungen von Kobalt, Chrom, Zinn, Kupfer, Molybdän und Mangan nachgewiesen worden. Geschliffene Flächen des Meteoreisens zeigen nach dem Ätzen mit Säuren eigentümliche, geradlinige, sich kreuzende Zeichnungen (Widmannstättensche Figuren).

Schon die alten Römer und Griechen erzählten von Steinen, welche vom Himmel herabgefallen seien. Der im Jahre 1037 gestorbene Arzt Avicenna sagt: „In Persien fallen Metallmassen mit Gebrause vom Himmel. Bei Burgam fiel eine Eisenmasse herab, über 100 Mark schwer, kugelförmig, und sprang zweimal von der Erde auf. Ein Stück davon ward an den König von Tokat gesandt, welcher Schwerter daraus schmieden ließ, die fast unzerbrechlich waren." — Die wahrscheinlich um das Jahr 1390 bei Elbogen in Böhmen gefallene Eisenmasse, der „verwünschte Burggraf von Elbogen", ist 191 Pfund schwer, enthält 8½ Prozent Nickel, wurde erst im Jahre 1811 als Meteorit erkannt und befindet sich (um 51 Pfund vermindert) im Kaiserlichen Museum in Wien. — Im Jahre 1559 fielen bei Mikolcz in Ungarn fünf Eisenklumpen von der Größe eines Menschenkopfes. — Am 26. Mai 1751 abends gegen 6 Uhr fiel beim Dorfe Hraschina unweit Agram in Kroatien eine feurige Kugel und aus ihr mit donnerndem Krach vor sieben glaubwürdigen Zeugen eine Eisenmasse, welche 71 Pfund wog und 3 Klaftern tief in den Boden drang. Sie ward ausgegraben und nach amtlicher Untersuchung in die Kaiserliche Sammlung nach Wien gebracht, woselbst sie noch jetzt liegt. Mit ihr zugleich war eine kleinere von 16 Pfund gefallen. — Im Jahre 1772 entdeckte der Naturforscher Pallas in Sibirien bei Krasnojarsk am Jenisei einen Eisenmeteoriten von 1600 Pfund und ließ ihn nach Petersburg schaffen. Er ist inwendig einem

groben Badeschwamm ähnlich, und in seinen Höhlungen liegen schöne Olivin-Krystalle. — Im Jahre 1783 fand Rubin de Cellis in der Ebene Süd-Amerikas bei St. Jago del Estero eine Eisenmasse von 30 000 Pfund. — Im Jahre 1784 ward in Brasilien am Flüßchen Bendego, 50 Meilen von Bahia, ein Stück Meteoreisen von etwa 173 Zentnern entdeckt, und die Naturforscher Spix und Martius ließen einige Stücke davon abschlagen. — Im Jahre 1793 kam von einem am Fischfluß der Kap-Kolonie liegenden Meteoreisen, das 15 Prozent Nickel enthielt und 300 Pfund wog, ein Stück von 171 Pfund ins Museum von Harlem, ein anderes an Sowerby, welcher daraus dem russischen Kaiser Alexander I. ein Schwert schmieden ließ. — Im Jahre 1805 entdeckte man in der Eifel bei Bittburg, nördlich von Trier, eine 3400 Pfund schwere, nickelhaltige Eisenmasse, von welcher einige Stücke nach Trier, Berlin, Wien kamen, während das übrige einem benachbarten Hüttenbesitzer anheimfiel, der jedoch fand, daß es sich nicht schweißen ließ. — Im Jahre 1808 ward in Texas am Red River eine 30 Zentner wiegende Masse Meteoreisen gefunden, für Platina gehalten, später von einer bewaffneten Expedition unter ungeheuren Schwierigkeiten wieder aufgesucht und 400 deutsche Meilen weit bis an den Mississippi transportiert. — Im Jahre 1814 entdeckten Bauern auf einem Granitgipfel der Karpathen bei Lenarto eine 194 Pfund wiegende Masse, welche jetzt im National-Museum zu Pesth liegt. — Im Jahr 1818 sah Kapitän Roß bei den Eskimos der Baffinsbai Messer, welche sie aus nickelhaltigem Meteor-Eisen der Westküste Grönlands geschmiedet hatten. Eine solche Klinge besitzt jetzt das Wiener Kabinett. — Am 10. September 1822 fielen bei Philippstadt in Schweden, Wermeland, aus einer Feuerkugel viele Stücke Meteoreisen von verschiedener Gestalt und Größe. — Im Jahre 1825 sah Boussingault zu Santa Rósa, nördlich von Santa Fé de Bogota, einen Grobschmied, dessen 1500 Pfund wiegender Ambos aus Meteoreisen bestand; ähnliche Massen waren in der Umgegend mehrere bekannt. — Im Jahre 1826, am 9. April, fiel bei Waterloo in Nord-Amerika eine Eisenmasse. — Im Jahre 1835 fiel bei Dickson im Staate Tennessee ein 9 Pfund schweres Eisenmeteor vor den Augen mehrerer Arbeiter in ein Baumwollenfeld und ward durch den Pflug emporgefördert. Zu Cocke in Tennessee lag ein anderes von 2000 Pfund. — Im Jahre 1828 ward ein Meteorblock in das Pariser Museum gebracht, welcher seit 200 Jahren vor der Kirche des Dorfes La Caille, Departement Var, als Sitz gedient hatte. Er wog 12 Zentner, enthält 6 Prozent Nickel und viele walzige Streifen

von Schwefeleisen. — Im Jahre 1829 ward beim Schlosse Bohumilz im Prachiner Kreise Böhmens ein Meteoreisen von 103 Pfund entdeckt und ins Prager Museum gebracht. — Im Jahre 1840 wurde bei dem Dorfe Szlanicza im ungarischen Komitat Arva ein gewaltiger Meteoreisenblock gefunden und davon wohl 23 Zentner heimlich verschmolzen. Im Jahre 1844 wurden die noch übrigen 2 Zentner gerettet, und in viele Sammlungen kamen Stücke davon, bestehend aus gediegenem Eisen mit 5—8 Prozent Nickel. — Im Jahre 1846 fand sich bei Tula in Rußland in 2 Fuß Tiefe eine 5 Zentner wiegende Eisenmasse, Nickel, Olivin und etwas Labrador enthaltend. — Im Jahre 1847 ward ein 5 Prozent Nickel enthaltender Eisenmeteorit, 218 Pfund schwer, bei Seelässgen, Provinz Brandenburg, zufällig in einer Tiefe von 7 Ellen aus feuchtem Wiesenboden gegraben und dem Museum zu Breslau übergeben. — Im Jahre 1847 fand ein Waldarbeiter, ein Einwohner von Rittersgrün bei Schwarzenberg im sächsischen Erzgebirge, beim Ackerroden, ungefähr 1 Elle tief in der Erde, einen Eisenklumpen, der 183 Pfund wog. Prof. Breithaupt in Freiberg erkannte in demselben 1861 einen ausgezeichneten Meteoriten und erwarb ihn für die Freiberger Sammlung. Dieser Meteorit, der jahrhundertelang in der Erde gelegen haben mag, ist mit einer starken, aus nickelhaltigem Eisenoxydhydrat bestehenden Rostrinde, aus welcher Olivinkrystalle hervortreten, besetzt. Unter der Rostrinde bemerkt man stellenweise die aus Magneteisenerz bestehende Brandrinde. Im Innern besteht er aus Olivin und zackig-ästigem Eisen, das polarisch-magnetisch ist. — Am 18. Februar im Jahre 1647 soll bei Pöhlau unweit Zwickau in Sachsen ein Meteorsteinfall beobachtet worden sein. — Am 14. Juli 1847, früh 3½ Uhr, hörte man zu Braunau in Böhmisch-Schlesien zwei Schläge wie Kanonenschüsse und weithin ein mächtiges Sausen und Brausen. Ein Wölkchen beim Dorfe Hauptmannsdorf, sprühte Blitze; einhundert Schritte vom Dorf schien ein Blitz in die Erde zu schlagen. Man entdeckte darauf an dieser Stelle ein drei Fuß tiefes Loch, worin sich eine glühende Masse befand, die 42 Pfund 6 Lot wog, und an das Wiener Museum geschickt wurde. Zu gleicher Zeit war eine 30 Pfund 16 Lot schwere Masse ¼ Stunde von Braunau durch ein Dach und durch Decke und Wand einer Kammer geschlagen, in welcher drei Kinder schliefen. Das Eisen dieser zwei Meteoriten enthält 5 Prozent Nickel. — Am 27. Dezember 1848 fiel bei Dalsplads in Norwegen ein Meteoreisen von der Größe eines Kinderkopfs schief auf glattes, dickes Eis und hüpfte auf diesem eine Strecke fort. — Im Jahre 1850 sah man in Mexiko bei Tuczon

einen 12 Zentner wiegenden Ambos aus nickelhaltigem Eisen und einen andern von 10 Zentnern. — Überhaupt ist Mexiko sehr reich an Eisenmeteoriten. Humboldt sah einen 400 Zentner wiegenden bei Durango, Sonnenschmid einen von 20 Zentnern in Zakatekas; westlich von der Stadt Mexiko liegt das Thal Toluka, woselbst die Ureinwohner seit langen Jahren Meteoreisen verschmieden. — Im Jahre 1850 ward bei Schwetz unweit Thorn aus einer Bodentiefe von 4 Fuß ein Eisenmeteorit von 43 Pfund gegraben, nach Berlin geschickt, dort von Rammelsberg und Rose untersucht, enthielt 5,77 Prozent Nickel, 1,05 Kobalt. — Im Jahre 1861 wurde zu Cranbourne unweit Melbourne in Australien ein nickelhaltiger Eisenmeteorit entdeckt, der 8—10 Tonnen Gewicht hatte und deswegen nicht fortgeschafft werden konnte. Ein ähnlicher von 30 Zentner Schwere lag in dessen Nähe und gelangte im Jahre 1862 zur Londoner Ausstellung.

Die Meteorsteine, die mit dem Meteoreisen nicht verwechselt werden dürfen, bestehen im allgemeinen aus einer grauen, steinigen Masse, enthalten zuweilen Eisen eingesprengt und haben eine schwarze, firnisartige, glänzende, papierdünne Schmelzrinde. Sie fallen meistens in großer Anzahl und unter Feuererscheinungen und donnerartigem Getöse herab und sind nie so groß wie die Eisenmeteoriten. Ein besonders reicher Steinregen fiel im Jahre 1808 bei L'Aigle in der Normandie (2000—3000 Steine im Gewichte von 8 g bis 10 kg), am 22. Mai 1808 bei Stammern bei Iglau in Mähren (mehr als 100 Steine im Gewicht von 0,56—1,7 kg). Im Jahre 1857 fiel bei Ohaba in Siebenbürgen ein 17½ kg schwerer Meteorstein und am 9. Juni 1866 ein 308 kg schwerer Meteorstein (der größte bekannte Stein dieser Art) mit zahlreichen kleineren bei Kuyahinga in Ungarn, der im K. K. Hofmineralienkabinet zu Wien aufbewahrt wird. Man vermutet, daß sich jährlich 4500 Meteorsteinfälle ereignen; die wenigsten aber werden von Menschen wirklich beobachtet.

So selten das Eisen gediegen vorkommt, so häufig tritt es in Verbindung mit anderen Stoffen auf, und es ist nicht nur das wichtigste und wertvollste, es ist auch das verbreitetste aller Metalle. Es fehlt in keinem Tiere und in keiner Pflanze. In den Tieren bildet es einen nie fehlenden Bestandteil des Blutfarbstoffes, in der Pflanze einen notwendigen Bestandteil des Blattgrüns oder Chlorophylls. Es ist im Quell- und Flußwasser, sowie im Meere enthalten. Kieselhaltige Verbindungen des Eisens finden sich in jeder Ackererde, und wenn sie in größerer Menge auftreten, färben sie dieselbe gelblich, rötlich oder bräunlich. Fast alle

schwarzen und grünen, sowie fast alle roten und braunen Steine und Gesteine verdanken oxydiertem Eisen ihre Farbe. Mit Sauerstoff und Schwefel, wie mit Säuren vereinigt, bildet das Eisen viele wichtige Erze. Die wichtigsten Eisenerze, aus welchen das zu technischen Zwecken verwendete Eisen dargestellt wird, sind Magneteisenerz, Roteisenerz, Brauneisenerz und Eisenspat; nicht geeignet dazu sind Eisenkies, Strahlkies, Magnetkies. Diese verschiedenen Eisenerze werden nach anhaltendem Glühen im Mantel der Lötrohrflamme schwarz und magnetisch (vom Magnet angezogen), und so ausgeglühte Stückchen färben, in die Boraxperle geschmolzen, diese während des Erkaltens und meist auch nach dem Erkalten gelblich- oder flaschengrün.

Soll aus den genannten Erzen Eisen geschmolzen werden, so unterliegen dieselben zunächst einem vorbereitenden Verfahren. Sie werden mit dem Hammer oder in Poch- oder Brechwerken zerkleinert und, wenn nötig, von schädlichen Beimengungen, wie Phosphorit, Eisenkies, Schwerspat u. s. w. möglichst befreit (aufbereitet). Hierauf bleiben sie eine Zeit lang dem Einflusse der Witterung ausgesetzt oder man erhitzt sie bei Zutritt der Luft (röstet sie), damit sie aufgelockert und flüchtige Beimengungen, wie Wasser, Kohlensäure, Schwefel, ausgetrieben werden. Auch pflegt man in der Regel reichere Erze mit ärmeren zu vermengen (zu gattieren), so daß das Gemenge einen bestimmten mittlern Metallgehalt hat, der nach der Erfahrung die größte Ausbeute giebt. Da endlich die Eisenerze nie ganz rein sind, sondern immer fremde Beimengungen, wie Quarz, Kalkstein, Thon, besitzen, diese Beimengungen aber zum Schmelzen gebracht werden müssen, wenn das Eisen aus den Erzen ausfließen und als eine zusammenhängende Masse erhalten werden soll, so setzt man den Erzen Mineralien zu, welche das Schmelzen jener Beimengungen befördern und so zugleich eine geeignete Schlacke erzeugen, die für die Ausbringung des Eisens von der größten Wichtigkeit ist. Solche Mineralzusätze, die man Zuschläge nennt, sind, je nach der Beschaffenheit der Erze, Kalkstein, Quarz, Thon, Thonschiefer, Basalt u. s. w. Ist den Erzen z. B. viel Quarz oder Thon beigemengt, so setzt man ihnen Kalkstein zu; sind sie reich an Kalkerde, so verwendet man Quarz, Thon oder Thonschiefer als Zuschlag. Das Schmelzen selbst findet in sogenannten Hochöfen statt. Die Hochöfen sind 10—15 m hohe, aus feuerfesten Ziegeln bestehende Schachtöfen, deren innerer Raum sich von einer bestimmten Stelle aus sowohl nach oben als auch nach unten kegelförmig verengt; der nach oben sich verengende größere Teil heißt der Schacht und seine obere Öffnung Gicht; der nach unten sich verengende

kleinere Teil wird Rast genannt. Die weiteste Stelle, welche sich ungefähr im untersten Drittel der Höhe befindet, hat im Durchmesser 4—6 m. Die Rast zieht sich unten in einen senkrechten, cylindrischen Teil, das Gestell zusammen, dessen untern Teil der Herd bildet. In das Gestell münden zwei oder mehrere Röhren, durch welche von besonderen Gebläsevorrichtungen ein Luftstrom eingeführt werden kann. Um den Hochofen in Betrieb zu setzen (anzublasen), füllt man denselben etwa bis zur Rasthöhe mit Brennmaterial (Holzkohle, Coaks, Steinkohle, Anthracit) und schüttet darauf abwechselnd Schichten der Beschickung (der mit Zuschlägen versehenen Erze) und Schichten von Brennmaterial bis zur Gichtöffnung auf. Nun zündet man das Brennmaterial an, während gleichzeitig von unten her durch das Gebläse heiße Luft in den Ofen eingeblasen wird. In dem obern Teile des Schachtes (der sogenannten Vorwärmzone) kommt die Beschickung kaum zum Glühen und es wird daher nur die Vorbereitung, welche das Rösten bezweckte, fortgesetzt; in dem untern Teil des Schachtes dagegen (in der Reduktionszone) wird dem Erze durch die Kohle und durchströmende kohlenstoffhaltige Gase (Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoff, Cyan) der Sauerstoff entzogen und dasselbe in schwammiges, metallisches Eisen umgewandelt. Weiter unten, in der Rast (der Kohlungszone) nimmt das Eisen Kohlenstoff auf und in dem obern Teile des Gestelles (der Schmelzungszone), wo eine Temperatur von ungefähr 1700° C herrscht, beginnt es zu schmelzen. Gleichzeitig beginnt in diesem Teile des Ofens auch der Quarz, Kalk und Thon zu schmelzen und sich in eine leichtflüssige, glasartige Schlacke zu verwandeln. Das flüssige Eisen gelangt nun, gehüllt in flüssige Schlacken, tropfenweise auf den Herd, wo es sich, auf der Oberfläche mit der leichtern Schlacke bedeckt, ansammelt. In dem untern Teile des Gestelles (der Verbrennungszone), wo die zum Brennen der Kohle nötige Gebläseluft eintritt und die Temperatur auf 2500° C und darüber steigt, verbrennt die Kohle zu Kohlensäure, die in Berührung mit den glühenden Kohlen in Kohlenoxyd übergeht.

Wenn sich auf dem Herde eine größere Menge Eisen angesammelt, hat, so wird dasselbe unten durch eine seitliche Öffnung, das Stichloch, das bis dahin durch Thon geschlossen war, abgelassen (abgestochen) und durch eine Rinne in Formen von Sand geleitet, wo es zu länglichen (prismatischen) Stücken, den sogenannten Gänzen, erstarrt. Die Schlacke, welche, wie oben erwähnt, wegen ihrer Leichtigkeit auf dem Eisen schwimmt und so dasselbe vor der Einwirkung des in der Gebläseluft enthaltenen Sauerstoffs schützt, fließt fortwährend durch eine Öffnung am obern

Rande des Herdes ab. In demselben Maße, in welchem die Kohle verbrennt und als infolgedessen die Füllung sich niedersenkt, werden oben immer neue Schichten von Brennmaterial und Beschickung eingeführt und der Hochofen bleibt auf diese Weise in der Regel einige Jahre ununterbrochen in Betrieb. Die aus dem Hochofen ausströmenden unverbrannten Gase (Gichtgase) bestehen hauptsächlich aus Stickstoff, Kohlenoxyd, Kohlensäure und Wasserstoff. Sobald sie ungehindert zur Gichtöffnung austreten können, verbrennen sie mehr oder weniger lebhaft und bilden die bekannte Gichtflamme der Hochöfen. Sie werden meist zum Erhitzen der Gebläseluft benutzt. Die im Hochofen gebildeten Schlacken bestehen in der Hauptsache aus kieselsaurer Kalkerde und kieselsaurer Thonerde, sind (infolge von Eisenoxydul oder Manganoxydul) meist grünlich oder bläulich gefärbt und werden zur Herstellung von Bausteinen, Schlackenwolle, Zement u. s. w. verwendet.

Das durch den Hochofenprozeß gewonnene Eisen, das Roheisen (oder Gußeisen), ist keineswegs reines Eisen, denn es enthält nicht nur 2—6 Prozent Kohlenstoff, sondern auch kleine Mengen von Silicium, Phosphor und Mangan. Es ist hart und spröde und läßt sich weder schmieden noch schweißen. Man unterscheidet weißes und graues Roheisen; ersteres entsteht aus leicht schmelzbaren Erzen bei nicht zu hoher Temperatur, letzteres erhält man aus schwer schmelzbaren Erzen. Das weiße Roheisen enthält den Kohlenstoff chemisch gebunden, ist silberweiß (weißer als reines Eisen), im Bruch blätterig, stark glänzend und so hart, daß es von Stahlwerkzeugen nicht angegriffen wird. Es schmilzt leicht, erstarrt jedoch sehr ungleichmäßig und ist daher zu Gußwerken nicht verwendbar. Es dient zur Darstellung anderer Eisensorten. Das beste weiße Roheisen, das Spiegeleisen, ist mangan- und kohlenstoffreich (es enthält 6 Prozent Kohlenstoff), arm an Schwefel und Silicium, hat großblätterigen Bruch und dient besonders zur Stahlfabrikation. Das graue Roheisen enthält einen großen Teil des Kohlenstoffs in Gestalt kleiner Graphitschüppchen beigemengt und ist deshalb grau bis schwarzgrau. Es hat körnigen Bruch, ist nicht so hart und spröde als das weiße Eisen und läßt sich durch Werkzeuge von Stahl feilen, bohren und drehen. Es schmilzt auch weniger leicht als das weiße Roheisen, wird aber beim Schmelzen sehr dünnflüssig und zieht sich beim Erkalten sehr gleichmäßig (auch nur um $1\frac{1}{4}$ Prozent) zusammen; es dient daher zu Gußwaren aller Art, namentlich zu Öfen, Herdplatten, aber auch zu Kunstgegenständen. Beim Auflösen in Salzsäure bleibt der Graphit zurück.

Wird dem Roheisen so viel Kohlenstoff entzogen, daß der Kohlenstoffgehalt unter 2 Prozent sinkt, so entsteht das Schmiedeeisen, dessen Schmiedbarkeit und Schwerschmelzbarkeit mit der Abnahme des Kohlenstoffs wachsen. Während aber das kohlenstoffärmere Schmiedeeisen unter allen Umständen weich bleibt, kann das kohlenstoffreichere Eisen, das zwischen jenem und dem Roheisen steht und den Stahl bildet, gehärtet werden. Ein scharfer Unterschied zwischen beiden Eisenarten findet jedoch nicht statt, sondern beide gehen, je nach der Menge des Kohlenstoffs, ineinander über.

Das Schmiedeeisen (oder Stabeisen) enthält selten mehr als $^1/_2$ (0,15—0,5) Prozent chemisch gebundenen Kohlenstoff und wird aus dem Roheisen durch zwei verschiedene Verfahren, das Puddeln und das Frischen, dargestellt. Das Puddeln (Puddelfrischen, Puddlingsfrischen) wird in Flammenöfen bei Steinkohlen- oder Gasfeuerung vorgenommen und besteht darin, daß man in einen zur Weißglut erhitzten Flammenofen (Puddelofen) Stücke von Roheisen (mehrere Zentner auf einmal) mit Eisenhammerschlag und eisenreichen Schlacken (also Sauerstoffverbindungen des Eisens) einträgt, und dasselbe, sobald es geschmolzen ist, durch Umrühren (Puddeln) mittels eiserner Krücken mit dem Hammerschlag in Berührung bringt. Der Sauerstoff des letztern verbrennt hierbei den Kohlenstoff des Roheisens zu Kohlenoxyd, und das Eisen wird um so zäher und dickflüssiger, je mehr es Kohlenstoff verliert. Zuletzt wird die Eisenmasse zu Klumpen von 30—40 kg Gewicht (Luppen) zusammengeballt, die glühend unter einem schweren Hammer von den noch darin enthaltenen Schlackenteilchen befreit und durch Walzwerke in Stabform gebracht werden. Das Frischen (Herdfrischen) wird auf einem offenen Herde bei Holzkohlenfeuerung vorgenommen und besteht darin, daß man in das geschmolzene Roheisen mittels eines Gebläses Luft einführt. Hierdurch wird das Eisen durch den Sauerstoff der eingeblasenen Luft oxydiert (mit demselben verbunden) und dieses giebt den Sauerstoff fortwährend an den glühenden Kohlenstoff ab, welcher verbrennt. Die zuletzt zäh werdende, entkohlte Eisenmasse wird, wie nach dem Puddeln, durch Hämmern nnd Walzen zu Stabeisen geformt. Bei beiden Verfahren verbrennt übrigens nicht bloß der Kohlenstoff, sondern auch andere dem Roheisen beigemengte Stoffe, insbesondere Silicium, werden ausgeschieden und bilden eine hauptsächlich aus kieselsaurem Eisenoxydul bestehende schwere, schwarze Schlacke. Das Schmiedeeisen ist hellgrau, weich, sehr dehnbar und zähe, weshalb es sich leicht schmieden, zu feinem Draht (Klaviersaiten) ausziehen und zu dünnen Blechen auswalzen läßt.

Wegen seiner geringen Härte läßt es sich durch Stahlwerkzeuge leicht bearbeiten, ist aber zur Herstellung schneidender Werkzeuge wenig geeignet. Es schmilzt erst in der stärksten Weißglühhitze (bei 1900—2100°), und zwei Stücke lassen sich daher nicht durch Zusammenschmelzen vereinigen; aber das Eisen wird in der Rotglühhitze, ehe es schmilzt, weich, ähnlich wie Wachs oder Glas, und man kann zwei rotglühende Stücke durch Hämmern zu einem einzigen vereinigen oder *schweißen*. Die Eigenschaft der Schweißbarkeit treffen wir unter den bekannteren Metallen nur noch beim Platin an, während die anderen Metalle plötzlich flüssig werden, ohne zuvor zu erweichen (sich also ähnlich verhalten wie das Eis, wenn es zergeht). Zu den wichtigsten Eigenschaften des Schmiedeeisens gehört aber sein faseriges Gefüge, das es bei seiner Darstellung durch das Strecken und Walzen erhält. Diese Eigenschaft ermöglicht seine Verwendung zur Herstellung einer Menge von Gegenständen, wozu Roheisen wegen seines körnigen oder blätterigen Gefüges durchaus ungeeignet ist. Eine aus Roheisen gefertigte Wagenachse mit körnigem Gefüge würde nach wenigen Umdrehungen der Räder durch die Erschütterung auf unebenem Boden brechen, während eine aus Stabeisen geschmiedete Achse jahrelang starken Erschütterungen widersteht. Wenn dennoch die geschmiedeten Achsen, namentlich der Eisenbahnwagen, zuweilen brechen, so rührt dies daher, daß das Schmiedeeisen durch lange anhaltende Erschütterungen sein faseriges Gefüge verliert und nach und nach wieder körnig wird. Wir sehen daraus, daß auch in festen Körpern die kleinsten Massenteilchen (Moleküle) ihre Stellung gegen einander ändern können, was man früher nur bei flüssigen Körpern für möglich hielt. Kleine Mengen von Schwefel machen das Eisen *rotbrüchig* (d. h. es wird rissig, wenn es bei Rotglühhitze bearbeitet wird); Phosphor macht es *kaltbrüchig*, Silicium mürbe oder *faulbrüchig*; Mangan wirkt dem entgegen, und beim Frischen trägt es zur Entfernung von Schwefel und Silicium direkt bei.

Der *Stahl* steht zwischen dem Roh- und Schmiedeeisen, da er gegen 1 (0,6—1,5) Prozent Kohlenstoff enthält. Er wird entweder aus Schmiedeeisen, dem Kohlenstoff zugesetzt wird, oder aus Roheisen, dem man den Kohlenstoff nur zum Teil entzieht (*Rohstahl*), dargestellt. Um Stahl aus Schmiedeeisen darzustellen, werden dünne Stäbe von letzterem, in thönernen Kasten von Kohlenpulver eingehüllt, mehrere Tage lang geglüht; dabei dringt der Kohlenstoff allmählich in das Eisen ein und verwandelt es in Stahl (*Zementstahl*). Werden stärkere Stäbe auf ähnliche Weise behandelt, so erhalten sie nur einen Überzug von

Stahl, oder sie werden zementiert. Um den Kohlenstoff durch die ganze Masse möglichst gleichförmig zu verteilen, werden mehrere solcher zementierten Stahlstäbe weißglühend zusammengeschweißt, was als Raffinieren oder Gärben des Stahles bezeichnet wird. Durch Einschmelzen des Zementstahles in Graphittiegeln gewinnt man den Gußstahl. Letzterer wird auch durch Zusammenschmelzen von kohlenstoffreichem Spiegeleisen und kohlenstoffarmem reinem Schmiedeeisen hergestellt. Ein Entkohlungsverfahren, welches für die neuere Stahlindustrie von großer Bedeutung gewesen ist, ist der Bessemerprozeß, ein von H. Bessemer vor etwa 20 Jahren eingeführtes Verfahren. Der Bessemerprozeß besteht im wesentlichen darin, daß man durch geschmolzenes Roheisen, das sich in einem großen birnförmigen Gefäß befindet, stark gepreßte Gebläseluft in vielen feinen Strahlen leitet und so die Verbrennung (Oxydation) des Kohlenstoffs durchführt, und zwar so lange, bis der Kohlenstoffgehalt des Eisens genau dem des Stahls entspricht (schwedisches Verfahren), oder bis es vollständig entkohlt ist; in letzterm Falle setzt man dann dem entkohlten Eisen Spiegeleisen zu, um ihm wieder den nötigen Kohlenstoff zuzuführen (englisches Verfahren). Das birnförmige Gefäß (Birne, Konverter), welches in Zapfen hängt und gekippt werden kann, besteht aus dickem Eisenblech und ist innen mit sehr feuerfestem Material ausgestampft. Das Bodenstück ist mit Öffnungen versehen, durch welche die Gebläseluft eintritt. Kleinere Birnen fassen 1000, größere 8000 kg. Das flüssige Roheisen wird direkt aus dem Hohofen oder aus einem Kupolofen (Schachtofen zum Umschmelzen des Roheisens) in die Birne geleitet. Da der Bessemerstahl gegen Phosphor empfindlicher ist, als andere Stahlsorten, so war man beim Bessemern auf die Verarbeitung phosphorfreier Erze beschränkt; doch ist es in neuerer Zeit gelungen, auch Roheisen aus phosphorhaltigen Erzen zu verarbeiten, wenn man demselben nach Einführung in die Birne noch Kalk und Eisenoxyd zusetzt. Nach anderen Stahlbereitungsweisen entkohlt man Roheisen durch Schmelzen mit oxydierenden Zuschlägen, wie Salpeter, Eisenspat, Braunstein. Bei dem Martinieren oder dem Siemens-Martin-Prozeß, der vor dem Bessemern manche Vorzüge besitzt und große Verbreitung gefunden hat, schmilzt man Roheisen im Flammenofen mit Gasfeuerung, entkohlt es durch Stahl- und Schmiedeeisenabfälle und setzt ihm später zur Rückkohlung Spiegeleisen zu. — Der Stahl ist grauweiß, nimmt eine außerordentlich schöne Politur an und erhält dadurch einen lebhaften Glanz. Er schmilzt leichter als Schmiedeeisen (bei 1200—1900°), läßt sich aber schwerer schweißen und schmieden. Es besitzt auch nicht das faserige Ge-

füge des Schmiedeeisens, sondern erscheint auf dem Bruche gleichmäßig feinkörnig und ist infolge dessen spröde. Wird Stahl bis zum Glühen erhitzt, und darauf durch Eintauchen in kaltes Wasser plötzlich abgekühlt oder, wie man sagt, abgelöscht, so wird er so hart, daß er dem Quarz an Härte nahe kommt, ist dann aber sehr spröde und folglich unschmiedbar (gehärteter Stahl). Wenn man den gehärteten Stahl erhitzt und darauf langsam erkalten läßt, so verliert er seine Härte und Sprödigkeit und erhält wieder die Eigenschaften des rohen Stahls, er wird wieder weich und zähe. Da man durch das bloße Ablöschen schwer einen bestimmten Härtegrad erzielen kann, so giebt man dem Stahl zunächst eine größere Härte, als nötig ist, nimmt ihm dann aber einen Teil derselben wieder durch das sogenannte Anlassen (Erhitzen auf eine bestimmte Temperatur und darauf folgendes langsames Abkühlen). Bei dem Anlassen ändert der Stahl zugleich seine Farbe, indem er erst blaßgelb, dann strohgelb, braun, purpurn, hellblau, dunkelblau und endlich schwarzblau wird; die dunkleren Farben entsprechen stets den höheren Temperaturgraden. Diese Anlauffarben des Stahls, die man deutlich wahrnehmen kann, wenn man eine Stricknadel an den Rand einer Kerzenflamme hält, dienen als vortreffliches Mittel, um die Temperatur zu bezeichnen, welcher der Stahl ausgesetzt werden muß, um für bestimmte Zwecke am geeignetsten zu sein. So erscheint bei 220° Blaßgelb (chirurgische Instrumente), bei 230° Strohgelb (Rasier- und Federmesser), bei 255° Braun (Scheeren, Meißel), bei 265° Braun mit Purpurflecken (Äxte, Taschenmesser), bei 277° Purpur (Tischmesser), bei 288° Hellblau (Säbelklingen, Uhrfedern), bei 293° Dunkelblau (feine Sägen, Bohrer), bei 316° Schwarzblau (Stich- und Handsägen). Die neueren Stahlsorten (Bessemerstahl, Martinstahl), welche im Kohlenstoffgehalt dem Schmiedeeisen gleichen, sind nicht härtbar.

Die Erzeugung, sowie der Gebrauch des Eisens war schon den ältesten Völkern bekannt. Verschiedene Sagen deuten darauf hin, daß schon in sehr früher Zeit das Meteoreisen, das als Geschenk des Himmels galt, zur Darstellung eiserner Werkzeuge benutzt wurde, wie dies jetzt noch bei gewissen Völkern geschieht. So erzählt Roß, daß die Eskimos es zur Anfertigung von Schneidinstrumenten benutzen, und nach Kumbary besitzen die Häuptlinge in Wadai zahlreiche Waffen, welche aus „vom Himmel gefallenem Eisen" geschmiedet sind. Da jedoch das Meteoreisen nur sehr spärlich auf der Erde vorkommt, so mußte auch das schon in früherer Zeit gewonnene Eisen aus seinen Erzen dargestellt werden. Die ungeheuren Schlackenfelder, welche sich an verschiedenen

Orten in Indien finden, weisen darauf hin, daß dort schon sehr frühe Eisen aus Eisenerzen geschmolzen wurde. Auch darf man mit ziemlicher Sicherheit annehmen, daß sich die Ägypter mehrere Jahrtausende vor unserer Zeitrechnung bei dem Bau ihrer großartigen Werke eiserner Werkzeuge bedienten. Moses erwähnt das Eisen und die Öfen, in welchen es dargestellt wird; „Tubalkain war ein Meister in allerlei Erz und Eisenwerk". Die Griechen, bei welchen das Eisen aus dem Lande der Chalyber an der Südostküste des Schwarzen Meeres, sowie das indische berühmt war, besaßen schon im Trojanischen Kriege eiserne Waffen; Achilles bestimmte veilchenblau angelaufenes Eisen zum Kampfpreis für die Bogenschützen. Die Römer verfertigten ihre Schwerter von Eisen aus Noricum, unserm jetzigen Steiermark und Kärnten (norische, d. h. treffliche, Schwerter bei Horaz); auch das spanische Eisen stand bei ihnen in gutem Ruf, und Plinius kennt schon die Eisenbergwerke auf der Insel Elba. Die unvollkommene Schmelzmethode der Erze war aber der Grund, daß das Eisen selten und teuer war. Ein umfangreicherer Gebrauch des Eisens konnte erst durch die Einführung größerer Schmelzöfen, durch die Darstellung von Gußeisen (im 16. Jahrhundert) erzielt werden. Gegenwärtig hat England, nächst ihm die nordamerikanische Union, die größte Eisenproduktion. England produzierte im Jahre 1740 17 350 Tonnen (zu 1000 kg), im Jahre 1806 250 000 Tonnen, im Jahre 1848 200 000 Tonnen, im Jahre 1880 7 432 240 Tonnen. Die Eisenproduktion der Vereinigten Staaten von Nordamerika betrug im Jahre 1880 3 896 550 Tonnen; in demselben Jahre produzierten Deutschland 2 729 000 Tonnen, Frankreich 1 733 100 Tonnen, Belgien 603 084 Tonnen, Österreich 320 000 Tonnen, Ungarn 124 237 Tonnen; im Jahre 1879 produzierte Rußland 436 000, Schweden 342 490 Tonnen.

Der Verbrauch des Eisens hat sich in der Gegenwart geradezu ins Ungeheure gesteigert. Aus Eisen und Stahl werden die unentbehrlichsten Werkzeuge, die bewunderungswürdigsten Maschinen, unzählige Gerätschaften, die wichtigsten Bestandteile von Brücken, Dächern, Gebäuden und Schiffen, ja in neuerer Zeit selbst ganze Brücken, Häuser und Schiffe verfertigt. „Aus dem Eisen schmieden wir den Pflug, der unseren Boden baut, und das Schwert, welches denselben verteidigt; das Eisen ist die Leiter, auf der Künste und Gewerbe bis zu einer außerordentlichen Höhe hinaufgestiegen sind; es ist die Brücke, auf der wir jetzt über Berg und Thal mit einer Geschwindigkeit hinwegfliegen, die ans Zauberhafte grenzt."

Das **Kupfer** hat die bekannte eigentümliche rote Farbe, schönen

Metallglanz und starken und guten Klang; es ist sehr dehnbar, läßt sich in sehr dünne Bleche auswalzen und in feinen Draht ausziehen. Es krystallisiert in regelmäßigen Oktaëdern, seltener in Hexaëdern, Rhombendodekaëdern, Tetrakishexaëdern. Die Krystalle sind meist verzerrt, in die Länge und Breite gezogen oder durch einander verwachsen. Außerdem kommt es in Drähten, moos- und baumförmig (dendritisch), in Blechen und Platten, als Anflug und eingesprengt, seltener in losen Körnern oder Klumpen vor. An der Luft läuft es langsam rotbraun (Kupferoxydul) oder schwarz (Kupferoxyd) an. Nimmt man einen blanken Kupferpfennig zwischen die Zange und erhitzt ihn in der Weingeist- oder Lötrohrflamme, so bekommt er prächtig purpurrote, gelbe und blaue Stellen, die von einer oberflächlichen Oxydierung herrühren. Ein Stückchen von der Größe eines Hirsekorns schmilzt auf Kohle leicht vor dem Lötrohr zu einer Kugel, die beim Erkalten mit schwarzem Oxyd überzogen erscheint. Befeuchtet man nun die Kupferkugel oder den Pfennig mit Salzsäure und glüht sie wieder, so spielt die Flamme prächtig blau und grün, eine Wirkung der Verbindung, welche das Kupfer mit dem Chlor der Salzsäure geschlossen hat. Dasselbe geschieht, wenn man kupferhaltiges Gold oder Silber glüht, mit Salzsäure befeuchtet und wieder glüht. Vor dem Lötrohr läßt sich Kupfer im Mantel der Flamme leicht mit Platin, Gold, Silber, Zinn, Blei, Wismut und Antimon verschmelzen. Verschmilzt man ein wenig schwarzes Kupferoxyd mit der Borax- oder Phosphorsalzperle, so wird dieselbe schön grünlich-blau. Glüht man Kupferoxyd mit etwas Soda auf Kohle im Mantel der Flamme, so verwandelt es sich leicht in metallisches Kupfer. „Kocht man Kupfer, welches mit der Feile verkleinert ist, in einem Probierglăschen mit konzentrierter Schwefelsäure, gießt dann Wasser zu und filtriert, so hat man eine blaue Flüssigkeit; die blaue Farbe rührt von entstandenem schwefelsauren Kupfer her. Gießt man auf zerfeiltes Kupfer konzentrierte Salpetersäure, so löst es sich augenblicklich unter Schäumen und Erhitzen auf, und es entweichen giftige braune Dämpfe; die Flüssigkeit erscheint nun blau von dem entstandenen salpetersauren Kupfer. Kocht man Kupferoxyd mit Salzsäure, so bekommt man eine grüne Flüssigkeit; setzt man nun so viel Wasser hinzu, daß man kaum noch etwas Grünes sieht, taucht eine reine Gänsefeder hinein und schreibt damit, so sieht man die Schrift, wenn sie trocken ist, nicht; erhitzt man sie aber jetzt über dem Licht, so erscheint sie deutlich braun, und man nennt dies sympathetische Tinte. Gießt man zu den genannten Auflösungen des Kupfers in Säuren viel Ammoniak, so wird die Flüssigkeit augenblicklich prächtig dunkelblau. Gießt man aber

Wasser zu, welches Schwefelwasserstoff enthält, so wird die Flüssigkeit schwarz. Die schwarze Farbe fällt allmählich zu Boden und besteht aus einer Verbindung des Schwefels mit dem Kupfer. Taucht man blankes Eisen (z. B. einen Schlüssel) in jene Auflösungen, so überzieht es sich sogleich mit nur kurze Zeit an ihm haftenden metallischen Kupfer. Berührt man blankes Kupfer mit Schwefelleber, der man Wasser zugesetzt hat, so wird es sogleich schwarz, indem sich der Schwefel mit dem Kupfer verbindet." Kupfer, welches lange an feuchter Luft liegt, überzieht sich mit einer grünen Kruste von kohlensaurem Kupfer oder natürlichem Grünspan. Der als Farbe in den Handel kommende Grünspan ist künstlich bereitetes essigsaures Kupfer; die grüne Farbe, welche sich bildet, wenn Kupfer (z. B. an Leuchtern) mit Fett oder Öl in Berührung kommt, ist fettsaures Kupfer. Wenn Kupfer heftig geglüht und dann gehämmert wird, so springt die verbrannte Oberfläche (Glühspan), welche aus Kupferoxyd besteht, in Stückchen ab. Zum Gießen eignet sich das reine Kupfer nicht, da es poröse Güsse liefert. Eine kleine Beimengung von Zinn oder Zink beseitigt diesen Übelstand.

Das gediegene Kupfer findet sich in Verbindung mit Kupfererzen in größerer Menge in Nordamerika, besonders am Oberen See (Lake superior), ferner in England (Cornwall), am Ural im Gouvernement Perm bei Bogoslowsk und Nischne-Tagilsk (daselbst mit Malachit), in Australien, Japan, China.

Der Abbau des Kupfers am Obern See, wo es in gewaltigen Mengen zugleich mit Silber und oft in den schönsten Rhomben- und Pentagondodekaëdern auftritt, nahm im Jahre 1814 seinen Anfang. Man hat hier Klumpen von den riesigsten Ausdehnungen gefunden; in den Zeitungen wurde von einem solchen von 3200 kg, sowie von zwei anderen von 25 und 18 Zentnern berichtet. Der braunschweigische Bergrat Fr. C. L. Koch hat im Jahre 1850 bei den Kupfergruben des Obern Sees mehr als 60 Klumpen gediegenen Kupfers, jeden 20—40 Zentner schwer, gesehen. Er berichtet auch über einen, der im Jahre 1848 in der Cliff-Mine losgearbeitet wurde, 30 Fuß hoch, 10 breit, durchschnittlich 15 Zoll dick und 160000 Pfund schwer war; 6 Mann arbeiteten über $^1/_2$ Jahr, um die Masse in Stücke zu hauen; bei Adelaïde im südlichen Australien ist eine Kupfermasse von 24 Zentnern, welche im Jahre 1845 von der Bergwerks-Gesellschaft in festlichem Aufzuge zur Stadt gebracht wurde, aufgefunden worden.

In Deutschland kommt Kupfer in geringen Mengen, z. B. bei Zwickau, Freiberg, Johanngeorgenstadt in Sachsen, Kamsdorf bei Saal-

feld am Thüringerwalde, bei Arnsberg in Westfalen, bei Rheinbreitenbach in der Rheinprovinz vor. Das Vorkommen des Kupfers zu Zwickau, wo Kupferbleche von 3 Fuß Länge und Breite und 2 mm Dicke gefunden wurden, kannte schon G. Agricola, denn derselbe schreibt: „Unter dem Pechkohlenflötz findet sich ein Lager von Galmei (er meint wohl Zinkblende), in welchem man Eisenkies, gediegen Kupfer und Steinkohlen eingesprengt wahrnimmt."

Die wichtigsten Kupfererze sind Rotkupfererz, Kupferglanz, Kupferkies, Buntkupferkies, Malachit und Kupferlasur. „Diese Erze haben die Eigenschaft, daß sie den Saum der Lötrohrflamme schön grün und blau färben, wenn sie geglüht, mit Salzsäure befeuchtet und dann wieder geglüht werden; auch bekommt man, wenn man sie pulvert, in Salpetersäure kocht und dann Ammoniak in Überschuß (d. h. soviel, daß die geschüttelte Flüssigkeit noch kräftig danach riecht) zugießt, eine Flüssigkeit, welche entweder sogleich oder nach dem Filtrieren lasurblau erscheint. Schmilzt man etwas von dem gepulvertem Erz in die Boraxperle, so wird sie grün. Durch die genannten drei Mittel kann man auch Kupfer in künstlichen Legierungen, Farben u. s. w. auffinden."

Das gediegene Kupfer ist in der Regel sehr rein und braucht für den Gebrauch nur mit Kohle und Schlacke geschmolzen zu werden. Ebenso werden Rotkupfererz, Kupferlasur und Malachit behandelt; ist das entstandene reguliniſche Kupfer noch nicht rein, so wird es durch nochmaliges Schmelzen auf dem Garherd gereinigt.

„Bei weitem das meiste Kupfer wird aber aus Kupferkies oder anderen Erzen gewonnen, welche Schwefel enthalten, der sich sehr schwer vom Kupfer trennt. Zuerst werden diese Erze geröstet, d. h. in großen Haufen, mit Kohle gemengt, einen Monat oder mehrere hindurch im Glühen erhalten, wobei sich ein Teil des Schwefels nebst dem vorhandnen Arsen und Spießglanz verflüchtigt, das Kupfer aber noch mit Schwefel verbunden bleibt. Das Erz wird nun, nachdem es, wo nötig, zum zweiten- und drittenmal geröstet ist, in einen Schmelzofen gebracht; das Kupfer schmilzt, ohne ganz von Schwefel befreit zu werden, zu einer Masse, die man Kupferstein nennt. Dieser wird dann zu wiederholten Malen geröstet und umgeschmolzen, bis endlich der Schwefel ganz herausgebrannt ist, worauf das Kupfer Schwarzkupfer heißt. Es enthält jetzt immer noch fremde Beimengungen, wird in einer kesselförmigen Vertiefung, dem Garherd, je 4 Zentner, mit Kohle vermischt, vor einem starken Gebläse geschmolzen. Das Rot der Kohlenflamme mischt sich überall mit prächtig grüner, vom Kupfer stammender Farbe;

die Beimengungen legen sich wie eine Schlacke, in der die fremden unedlen Metalle oxydiert enthalten sind, auf die Fläche des geschmolzenen Kupfers, und werden heruntergezogen. Dann läßt man das Gebläse ruhen, gießt Wasser auf das geschmolzene Metall, bringt dadurch dessen Oberfläche zum Erstarren, reißt sie sogleich mit einem starken eisernen Haken als Scheibe ab, gießt wieder Wasser auf, reißt wieder eine Scheibe ab, u. s. w. Das so gewonnene Kupfer heißt Rosettenkupfer, Garkupfer. Es wird an den Kupferhammer abgeliefert, und hier nochmals auf einem kleinen Garherde umgeschmolzen, worauf es hammergar heißt und zu Blech, Kesseln, Draht u. s. w. benutzt werden kann."

Die Gesamtproduktion des Kupfers auf der Erde veranschlagt man (nach dem „Buch der Erfindungen", Band IV, 7. Aufl. Leipzig 1877) etwa auf 1 500 000 Zentner. Davon entfällt auf Europa mehr als die Hälfte, und von der europäischen Produktion nimmt wieder England den Hauptanteil in Anspruch, denn im Jahre 1875 hat es aus seinen reichen Lagerstätten in Cornwall, Swansea u. a., mehr aber noch aus fremden Erzen 350 000 Zentner geschmolzen. Darum wird auch der Gebrauch des Kupfers wohl nirgends in dem Grade ausgedehnt gefunden, wie in England. Die Kupferausbeute in Deutschland wird — aber wohl zu niedrig — auf 120 000 Zentner jährlich angegeben, denn die Mansfelder Werke produzierten im Jahre 1872 allein 110 000 Zentner. Österreich-Ungarn produziert 60 000 Zentner. Sonst sind für die Kupferproduktion noch von Belang Schweden (Falun) und Norwegen (Röraas) mit über 40 000 Zentnern, Belgien mit 20 000 Zentnern, Spanien mit 40 000 Zentnern und Rußland durch ein Lager am Ural und Altai, aus denen es jährlich gegen 150 000 Zentner gewinnt. Von den außereuropäischen Ländern steht Chili in erster Reihe mit 280 0000 Zentnern, dann folgt Nordamerika mit 200 000 Zentnern, Kuba mit 40 000 Zentnern, Bolivia und Peru mit 30 000 Zentnern. Das kupferreiche Asien läßt sich nicht abschätzen; jedenfalls aber überschreitet es die Ziffer, welche ihm nach der oben angegebenen Gesamtziffer bleiben würde. Die australischen und ein guter Teil der amerikanischen, auch viele norwegische Erze, gehen zur Verarbeitung nach England, das übrigens auch noch Frankreich, Spanien, Italien, die Vereinigten Staaten, Südamerika (besonders Chili), das Kapland, also fast die halbe Welt in Anspruch nimmt. Ein unseren Handel zur Zeit noch sehr wenig berührendes Produktionsland mit einer Menge des schönsten Kupfers ist Japan; sein weites Absatzgebiet bildet ganz Ostasien. Eine beträchtliche Kupferproduktion hat auch Armenien, dessen Ausfuhrhafen Trapezunt am Schwarzen Meere ist. Trotz der

schlechten türkischen Wirtschaft sollen jährlich gegen 130 000 Zentner ausgeführt werden.

Die berühmten Kupfergruben zu Falun in Schweden werden schon seit mehreren Jahrhunderten fleißig abgebaut und haben zur Zeit Gustav Adolfs viel größern Ertrag gegeben als jetzt. Da der Boden überall durchwühlt war, so erfolgte im Jahre 1687, im Augenblick, wo die Bergleute einfuhren, ein Einsturz, durch welchen die schon eingefahrenen Bergleute erschlagen wurden. Einen solchen durch alte Baue verursachten Einsturz und die dadurch entstandene Vertiefung nennen die Bergleute eine Pinge; die zu Falun, welche an Größe kaum ihresgleichen hat, ist 400 m lang, 200 m breit, 60 m tief. Bis in eine Tiefe von 100 m ist das Gebirge hier zusammengebrochen und zu einer wüsten Trümmermasse geworden. Darunter erst geht der Kupferbergbau an. Die Erzmasse (ein mit Eisenkies und Magnetkies, Kupferkies und Bleiglanz durchsetzter Quarzit) stellt eine ungeheure nierenförmige Einlagerung in Gneiß und Glimmerschiefer dar und ist vom umgebenden Gestein fast rings durch Talk- oder Chloritschalen geschieden.

„Der Verbrauch des Kupfers ist überall sehr bedeutend. Bei Münzen wird angenommen, daß der Preis des Kupfers vierzigmal geringer sei, als der des Silbers. Kessel oder andere Kochgeschirre aus Kupfer haben den großen Vorzug, daß sie weit dauerhafter sind als gußeiserne, die leicht durch einen Fall zerbrechen oder im Feuer platzen können, oder schmiedeeiserne, die vom Rost bald zerstört werden. Kupferne verderben, wie auch die eisernen, wenn sie leer in heftigem Feuer stehen; sie werden dann oxydiert (verbrennen); sind sie aber mit Wasser oder wasserhaltiger Flüssigkeit oder Fett oder Seife gefüllt, so werden sie von diesem Inhalt so gekühlt, daß es nicht zum Verbrennen kommt. Kupferne Kessel und Geschirre sind auch von allen in der Hauswirtschaft gebräuchlichen die, welche am wenigsten Feuer brauchen, denn 1) können sie sehr dünn gearbeitet und doch dabei viel haltbarer sein als eiserne oder thönerne, und 2) lassen sie die Hitze viel schneller durch (leiten die Wärme besser)."

„Die Kupferwaren werden in der Regel durch Hämmern und Walzen erzeugt, nicht durch Gießen, weil Kupfer beim Erstarren sich ausdehnt und dabei auch gewöhnlich in seinem Innern Blasen bildet. Kochgeschirre müssen immer äußerst blank geputzt sein, weil sich leicht Grünspan ansetzt, welcher giftig ist; auch das bloße dunkelrote Oxydul ist giftig. Am leichtesten wird Kupfer von sauren, salzigen und fetten Dingen, unter Mitwirkung der Luft, angegriffen, und zwar am stärksten,

wenn dieselben darin gekocht werden und dann auch darin erkalten. Beim Kochen treiben die Dämpfe die Luft zurück und schützen so das Kupfer; steigen keine Dämpfe mehr empor, so berührt die Luft das Metall. Man muß also alles noch heiß ausschütten. Unter die säurehaltigen Stoffe sind selbst die süßesten Zwetschen zu zählen, so daß man auch das aus ihnen in Kupfer gekochte Mus noch vor dem Erkalten entfernen muß. Will man Zwetschenmus kaufen, so probiert man es zuvor, indem man blank geschliffenes Eisen $^1/_4$ Stunde lang eintaucht; zeigt dieses beim Herausziehen einen Überzug von Kupfer, so ist solches im Mus enthalten. Auch kalte in Kupfer einige Zeit stehende Milch nimmt Sauerstoff aus der Luft und dann vom Kupfer Gift an. Die Zusammensetzungen von Kupfer mit anderen Metallen (Messing, Bronze) müssen ebenso vor dem Verbrennen, der Berührung mit Salzen, kalten Säuren, kaltem Fett u. s. w. geschützt werden wie das reine Kupfer. — Kupfer dient auch zum Beschlagen der Schiffe, zum Bau leichter Kähne, zum Belegen der Dächer, von denen jedoch das Regenwasser dann giftig tropft, zum Löten des Eisens, zu Platten für den Kupferstich, zu Pochstempeln in Pulvermühlen, weil es kein Feuer schlägt, zu Telegraphendrähten, weil es nächst dem Silber der beste Leiter der Elektricität ist."

Die Verbindungen des oxydierten Kupfers mit Säuren liefern viele grüne und blaue Farben, welche sämtlich giftig sind, z. B. das Bergblau, Berggrün, Bremerblau, Bremer und Braunschweiger Grün, Mineralgrün, Scheelsche Grün, Schweinfurter Grün, Pariser Grün. Will man untersuchen, ob die Farbe einer Tapete, einer Oblate u. dergl. Kupfer enthält, so legt man ein Stückchen derselben, mit Salzsäure betupft, auf Kohle, bläst die Lötrohrflamme dagegen, und die Flamme spielt grün und blau, wenn Kupfer vorhanden ist. Glas wird von Kupferoxyd grün, von Oxydul kirschrot gefärbt."

Manche Kupfergeschirre werden *verzinnt*, indem man ihnen einen dünnen Überzug von Zinn giebt; auch kann man Kupfer auf ähnliche Weise *verzinken*.

„*Messing* ist eine Legierung von Kupfer und Zink, welche zu gleichen Teilen oder in verschiedenen Verhältnissen verschmolzen werden; etwas Zinn und Blei wird auch oft zugesetzt. Messing ist wohlfeiler als Kupfer, härter, schmilzt leichter, läßt sich sehr gut in Formen gießen, schmieden, zu Blech, Draht u. s. w. dehnen. Sehr dünne Messingblättchen nennt man auch falsches *Blattgold*, *Knittergold*. — *Tombak*, *Prinzmetall*, *Semilor* sind zusammengesetzt wie Messing. — Viele Messingwaren werden unter dem Namen *Bronze* ver-

kauft. — Bronze ist eine Legierung von Kupfer und Zinn, die sich weder zu dünnem Blech noch zu Draht verarbeiten, jedoch hämmern und prägen läßt. Sie wird seit Menschengedenken zum Gießen von Kunstwerken gebraucht, giebt heutzutage das Material zu Glocken (Glockenmetall), Kanonen (Kanonenmetall), Bildsäulen, Metallspiegeln. Für letztere bekommt es einen kleinen Zusatz von etwas Zink und Blei. Die lauttönenden dünnen Scheiben der Chinesen, welche man Gong nennt, bestehen aus 78 Teilen Kupfer und 22 Teilen Zinn. Packfong oder Pack-Tong (d. h. weißes Kupfer) ist eine Legierung von Messing und Nickel. — Kupfer- und Bronzewaren, welche sich aus hohem Altertum in Gräbern oder sonst verschüttet erhalten haben, sind von einer eigentümlichen dünnen Grünspanschicht (Malachit) überzogen, welche Edelrost (Aerūgo nobĭlis), antike Patina heißt und noch vor einigen Jahrzehnten als sicheres Erkennungszeichen des Altseins galt. Jetzt erzeugt man den Edelrost auf Bronzewaren künstlich, wodurch man zugleich den Zweck erreicht, daß diese dann ihre Farbe nicht mehr ändern. — Das Zinn, welches sich in den vielen Bronzewaren findet, die den Gräbern der alten Deutschen, Griechen, Römer oder dem Schlamme der Pfahlbauten u. s. w. entnommen werden, schafften jedenfalls die Phönizier und später andere Handelsleute aus Britannien und Ostindien herbei; vielleicht verhandelten sie auch größtenteils schon fertige Bronzewaren. — Wenn man Bronze schmilzt und dann langsam erkalten läßt, so bildet sie eine spröde Masse; wird sie jedoch, sobald sie aus dem Zustand der Flüssigkeit heraus, aber noch glühend ist, in kaltem Wasser abgelöscht, so kann man sie dann prägen oder hämmern, und sie bleibt nun zäh, wenn man sie nicht wieder glüht und dann langsam erkalten läßt. — Mit $^1/_{16}$ Aluminium legiertes Kupfer ist goldfarbig und sehr politurfähig."

Das Kupfer erscheint in der Kulturgeschichte als Vorläufer des Eisens und war schon seit den ältesten Zeiten, gewöhnlich unter dem Namen Erz, bekannt. Schon Tubalkain (1. Buch Moses, Kap. 4) bearbeitete dasselbe; in dem Tempel Salomons und in der Stiftshütte hatte man kupferne Geräte, und die Helden des Trojanischen Krieges hatten eherne (d. h. bronzene) Waffen. Die Römer bedienten sich der Bronze mehr zu Münzen, Kunstwerken, Schmucksachen u. s. w. Die antike Bronze wurde wahrscheinlich durch Zusammenschmelzen von Zinnerzen und schwefelhaltigen Kupfererzen erhalten. Daß die Alten das Kupfer durch langsames Abkühlen zu härten verstanden und zwar früher als das Eisen, geht aus aufgefundenen schneidenden Kupferwerkzeugen der alten Völker deutlich hervor. Auch die Peruaner hatten zur Zeit der

Entdeckung Amerikas Waffen aus gegossenem Kupfer, und die in den Gräbern der Mexikaner aufgefundenen Werkzeuge bestanden ebenfalls aus demselben.

Unser Messing soll in Deutschland erst im 16. Jahrhundert dargestellt worden sein. Pakfong stammt aus China, von wo es vor ein paar Jahrhunderten nach Europa kam. Bei uns wird es erst seit 1823 in Menge fabriziert.

Im Altertum hat Cypern sehr viel Kupfer in den Handel gebracht; jetzt liefert es keins mehr, aber Gaudry und Damour haben daselbst im Jahre 1853 noch ungeheure, uralte Halden und Schlackenhaufen gefunden.

Das **Blei**, ein Metall, das schon den Alten bekannt war, aber im Altertume sehr untergeordnete Bedeutung hatte, kommt in der Natur bis jetzt nur drahtförmig, haarförmig, ästig, als Anflug oder in dünnen Blättern vor. Man kann aber künstlich durch Schmelzen (wie beim Antimon) mehr oder weniger ausgebildete Oktaëder erhalten. Blei läßt sich leicht biegen, giebt aber dabei keinen Ton, wie das Zinn, kann kalt gehämmert und gedehnt werden, aber als Draht, Platte oder in anderen dünnen Massen reißt es leicht. Es hat geringe Härte (H = 1,5), läßt sich mit dem Fingernagel ritzen, schreibt auf Papier, hat hingeworfen oder geschlagen keinen eigentümlichen Klang. Sein Gewicht ist 11,3. Frisch geschnitten ist es fast silberfarben und hat einen schönen Glanz, verliert diesen aber schon nach einigen Tagen und wird grau, weil sich seine Oberfläche an der bloßen Luft oxydiert. Dünne Stücke schmelzen schon, wenn sie in die Kerzenflamme gehalten werden. Auf Kohle schmilzt es vor dem Lötrohr leicht zur metallischen Kugel, welche mit einer dünnen, gelblichen, glänzenden, oxydierten Rinde überzogen ist. Schmilzt man es im Saume der Lötrohrflamme, nicht weit vor der Mantelspitze, so spielt hinter ihm die Flamme bläulich. Während des Schmelzens bekommt die Kohle einen Beschlag von gelbem Bleioxyd, hinter welchem noch ein weißer von schwefelsaurem Bleioxyd ist. Treibt man die Lötrohrflamme gegen den gelben Beschlag, so verschwindet er da, wo die Kohle stark glüht, und man sieht um die glühende Stelle einen blauen Schein. Mit Platin, Gold, Silber, Kupfer, Wismut, Spießglanz verschmilzt Blei auf Kohle im Mantel der Flamme sehr leicht. Nimmt man ein Stückchen Blei und wickelt es in ebenso viel Zinn (Stanniol), so kann man beide im Mantel zur Kugel verschmelzen; sobald man aber das Feuer entfernt, beginnt die Masse sich zu oxydieren, schwillt auf, glüht für sich fort und verwandelt sich in lauter Pulver. Grau oxydiertes Blei (Bleiasche),

gelb oxydiertes (Bleiglätte), rot oxydiertes (Mennige) und die Verbindung oxydierten Bleies mit Kohlensäure (Bleiweiß) können sämtlich im Mantel zur metallischen Kugel geschmolzen werden und zischen in dem Augenblick, wo sie metallisch werden. Von Salzsäure und von mit Wasser verdünnter Schwefelsäure wird Blei sehr wenig angegriffen. Kocht man es in konzentrierter oder mit Wasser verdünnter Salpetersäure, und läßt es dann stehen, so löst es sich allmählich zu salpetersaurem Bleioxyd auf. Gießt man nun in die Flüssigkeit Schwefelsäure, so bekommt man sogleich einen starken, milchweißen Niederschlag, welcher schwefelsaures Bleioxyd ist. Glüht man diese weiße Masse auf Kohle in der Mantelspitze, so giebt sie eine Kugel metallischen Bleies. Bringt man $^1/_4$ Theelöffel Bleiglätte in ein Probiergläschen, gießt reinen, starken Essig (aus der Apotheke) hinzu, und kocht, bis alle Bleiglätte aufgelöst ist, so ist die Flüssigkeit noch wasserklar, und enthält essigsaures Bleioxydul, welches sehr giftig ist. Verdünnt man die Flüssigkeit mit Wasser, gießt etwas davon in ein anderes Gläschen und schüttet Schwefelwasserstoff-Wasser zu, so bekommt man sogleich einen braunschwarzen Niederschlag, Schwefelblei; schüttet man dagegen zu der Flüssigkeit Soda, so bekommt man einen weißen, Bleiweiß. Bringt man von der aus essigsaurem Bleioxydul und Wasser bestehenden Flüssigkeit etwas in ein weites Probiergläschen oder Weinglas und hängt mit einem Zwirnsfädchen ein Plättchen oder Stäbchen von Zink hinein, so nimmt das Zink dem Blei die Essigsäure und den Sauerstoff, das Blei wird also reguliniſch und bildet um das Zink eine teils pulver-, teils krystallförmige Masse, welche man zwischen dem Finger zur Kugel formen und unter dem Hammer in ein Bleiplättchen verwandeln kann.

Gediegenes Blei ist selten. Sehr interessant und bedeutend ist das von Igelström nachgewiesene Vorkommen von sehr reinem, gediegenem Blei bei Pajsberg in Wermland in Schweden; unter ganz ähnlichen Verhältnissen findet es sich bei Nordmark, wo es in Drähten und Blechen bis zu 900 g Gewicht vorkommt. Ferner findet sich gediegenes Blei bei Alston-Moor in Cumberland und zwar in Körnern, im Goldsande am Ural und Altai, sowie in dem von Olahpian in Siebenbürgen und Velika in Slavonien, bei Zomelahuacan in Mexiko, in Höhlungen des Meteoreisens von Tarapaca in Chile, im Basalttuff des Rautenberges in Mähren und im Melaphyr bei Stützerbach am Thüringerwald.

Das meiste Blei, das in den Handel kommt, wird fast nur aus Bleiglanz gewonnen. Andere Bleierze sind Weißbleierz, Grünbleierz, Gelbbleierz. Die Bleierze geben auf der Kohle, wenn sie geglüht werden,

einen gelben Beschlag, der jedoch beim Bleiglanz stark mit Weiß gemischt ist, was vom Schwefel herrührt. Die meisten geben, mit Soda auf Kohle geglüht, reguliniſches Blei. Auch in künſtlich dargeſtellten Bleiverbindungen findet man das Blei durch den gelben Beſchlag und durch Reduzierung mit Soda. Statt der letztern kann auch Cyankalium angewandt werden. Gepulvert und mit Salpeterſäure, die mit etwa gleichviel Waſſer verdünnt iſt, gekocht, geben die Bleierze, wenn man Schwefelſäure zugießt (inſofern man nicht zuviel Salpeterſäure genommen hatte), einen weißen Niederſchlag, aus dem man auf Kohle im Mantel metalliſches Blei ſchmelzen kann.

Ebenſo findet man Blei, welches, mit Sauerſtoff und einer Säure verbunden in einer Flüſſigkeit, z. B. Waſſer oder Wein, aufgelöſt iſt, vermittelſt der Schwefelſäure.

„Um aus Bleiglanz Blei darzuſtellen, wird zuvörderſt das Erz geröſtet, wobei ein Teil des Schwefels verfliegt und aufgefangen werden kann. Dann wird das Erz im Schmelzofen mit Kohle geſchmolzen. Man hat es vorher, wenn es nicht Quarz- und Kalkſteinteile enthält, mit dieſen gemengt, um Schlacke zu bekommen, auch wohl Flußſpat beigefügt; ferner bekommt es einen Zuſchlag von Eiſenfriſchſchlacken und gekörntem Roheiſen, weil das Eiſen den Schwefel vom Blei ab und an ſich zieht, indem es mehr Verwandtſchaft zu ihm hat. Das reguliniſche Blei lagert ſich, faſt alles vorhandene Silber enthaltend, am Boden des Ofens ab, über ihm, als leichter, der Bleiſtein, aus dem Schwefeleiſen beſtehend, welches auch alles vorhandene Kupfer nebſt etwas Blei und Silber in ſich aufnimmt. Über dem Bleiſtein liegt, als noch leichter, die Schlacke, welche man von Zeit zu Zeit durch eine Öffnung des Ofens herausholt. Das Abſtechen geſchieht wie beim Eiſen. Das reguliniſche Blei fließt zuerſt aus und in eine Vertiefung, den Tiegel; dann folgt der Bleiſtein, welcher ſich durch Funkenſprühen zu erkennen giebt. Er lagert ſich über dem Blei, erſtarrt eher als dieſes und wird von ihm abgehoben. Das ſo gewonnene Blei heißt Werkblei, enthält in der Regel etwas Kupfer, Arſen, Antimon und wird, wenn es auch Silber enthält, von dieſem, wie wir beim Gold und Silber geſehen, auf dem Treibherd geſchieden, wobei es oxydiert und in Bleiglätte (Glätte, auch je nach ihrer gelben oder weißlichen Farbe Goldglätte, Silberglätte genannt) verwandelt wird. Während der Treibarbeit läßt man diejenige Glätte, welche nicht in die Maſſe des Herdes einſickert, ſondern obenauf ſchwimmt, durch die Glättegaſſe abfließen; das iſt eine Rinne, die man allmählich vertieft. — Die

gewonnene Glätte kommt teils gleich in den Handel, teils wird sie gefrischt, d. h. man glüht sie mit Kohle in Öfen, wobei das in ihr enthaltene Blei desoxydiert wird und nun Frischblei heißt. — Abstrich nennt man eine unreine, schlackige Masse, welche sich bei der Treibarbeit zuerst obenauf lagert und durch die Glättegasse abgezogen wird, bevor die reinere Glätte erscheint. Man verschmilzt sie nachher besonders mit Kohle und gewinnt ein unreines Blei, welches namentlich in der Regel viel Spießglanz enthält, Hartblei (Abstrichblei) heißt und vorzugsweise zu Schrot und Lettern verbraucht wird. — Soll Blei von den in ihm noch vorhandenen streng-flüssigeren Metallen gereinigt werden, so wird es gesaigert, d. h. man legt es auf die etwas geneigte Sohle eines Flammenherds und erhitzt es nur so weit, daß es eben schmilzt und abfließt, während jene Metalle zurückbleiben."

Die Benutzung des Bleies ist sehr mannigfaltig: Es dient zum Abtreiben des Goldes und Silbers, zur Befestigung eiserner Klammern in Stein; der Glaser befestigt mit seiner Hilfe Glasscheiben an einander; man legt dünne Bleiplatten auf die Grundmauern der Häuser, damit keine Feuchtigkeit von unten nach oben dringen kann; man baut aus Bleiplatten die Kammern, worin Schwefelsäure erzeugt, die Kästen, worin Glas geätzt wird; man wickelt Tabak in papierdünne Bleiplatten, wodurch aber der Schnupftabak giftig werden kann. In bleiernen Röhren leitete man das Leuchtgas, auch hie und da Wasser, wodurch dieses desto giftiger wird, je reiner es an sich ist. Sehr viel Blei wird zu Flintenkugeln, Schrot, Lettern verbraucht; es dient zu Gewichten, als Zusatz zu manchen Zinnwaren u. s. w. Gelötet wird es mit Blei.

„Was die Verbindungen des Bleies mit Sauerstoff betrifft, so dient die Glätte zur Bereitung der Töpferglasur, welche aus einer chemischen Verbindung der im Thon enthaltenen Kieselsäure mit Bleioxyd besteht, ferner zur Bereitung der Ölfirnisse u. s. w.; rein gelb oxydiertes Blei heißt Massikot (Bleigelb) und wird als Malerfarbe benutzt, rot oxydiertes Mennige; diese dient ebenfalls als Malerfarbe, zu geringem Siegellack, zum Glasieren des Steinguts, bei Darstellung des Krystallglases, Flintglases, Straßes, Emails. In den vier genannten Glassorten ist Bleioxyd chemisch mit Kieselsäure verbunden. — Das sogenannte Kasseler Gelb dient als Malerfarbe und besteht aus Bleioxyd und Chlorblei. — Bleiweiß besteht aus Bleioxyd, welches mit Kohlensäure verbunden ist, und dient als Maler- und Anstreichfarbe. Ganz rein wird das Bleiweiß im Handel als Kremserweiß bezeichnet, und zu rein und dauerhaft weißem Anstrich ist nur dieses brauchbar. — Was man Blei-

zucker nennt, ist essigsaures Bleioxydul; es schmeckt süß, ist in Wasser und Weingeist auflöslich und dient zur Bereitung mancher Farben. — Vor dem Dampfe geschmolzenen Bleies, vor dem Einatmen oder Verschlucken bleihaltiger Dinge, vor Mennige enthaltender Schminke hat man sich zu hüten, da diese Dinge sämtlich giftig sind. In Gefäßen, welche Bleiglasur haben, darf man keine sauren Speisen lange aufbewahren. Porzellan, gemeines Glas und dasjenige bläuliche oder braune Steinzeug, welches nur schwach glänzt, enthalten weder Blei noch Bleiglasur. Weinflaschen sollten nie mit Schroten gereinigt werden, weil Gift entsteht, wenn welche darin bleiben und Wein oder sonst eine Säure enthaltende Flüssigkeit hineinkommt."

In Europa sind besonders die westlichen und zum Teil die südlichen Gegenden reich an Bleierzen, während der Norden und Osten ziemlich arm sind. Am reichlichsten damit bedacht in allen seinen Provinzen ist Spanien, das nur gewerbfleißiger sein müßte, um den ganzen Bleimarkt zu beherrschen; seine gegenwärtige Lieferung wird auf $2\frac{3}{4}$ Millionen Zentner Erz jährlich angegeben, 1875 lieferte es 1 232 000 Zentner Blei; noch mehr (1875: 1 550 000 Zentner) lieferte England, welches besonders in Northumberland, Durham, Cumberland und Wales einen großen Bleireichtum besitzt. Frankreich produziert wenig Blei, in dem genannten Jahre nur 400 000 Zentner; dagegen brachte Preußen allein im Jahre 1872 1 080 144 Zentner, Österreich-Ungarn 200 000 Zentner in den Handel. Von den übrigen Staaten treten nur noch Italien hervor mit 750 000 Zentnern und Belgien mit 225 000 Zentnern, während Schweden und Rußland sich mit weit geringeren Ziffern abfinden. Die deutschen Bleierz-Fundorte sind besonders der Harz (Goslarer Blei), das Erzgebirge (Muldener Hütten bei Freiberg), Oberschlesien mit der großartigen Staatsanstalt Friedrichshütte zu Tarnowitz, das rheinisch-westfälische Schiefergebirge, der Schwarzwald; in Österreich sind es die Kärntner Alpen und namentlich die Gegend um Bleiberg bei Villach in Kärnten. Bleierze liegen, wo sie vorkommen, meist so massenhaft, daß die Metallausbringung viel größer sein könnte, wenn der Markt imstande wäre, zu entsprechenden Preisen mehr davon aufzunehmen. Wie die Bleipreise aber stehen (ca. 22 ℳ der Zentner), sind Bleilager, die nicht wenigstens ein Minimum Silber enthalten, unter Umständen gar nicht abbauwürdig. Am wenigsten kann dieses Metall weite Landverfrachtung ertragen. Ungarn könnte Unmassen von Blei liefern, wenn es Abnahme dafür hätte. Nordamerika hat im Innern Bleierze in Menge, aber es bezieht doch, wenigstens für den Bedarf

seiner Oststaaten, jährlich noch ziemliche Quantitäten aus England und Deutschland.

Das **Wismut** war ein im Altertume unbekanntes Metall, das erst gegen den Anfang des 15. Jahrhunderts von Basilius Valentinus erwähnt wird. Im folgenden Jahrhundert führt Paracelsus „den Wismut" unter den Halbmetallen auf. Agricola dagegen bezeichnet das bisemutum oder plumbum cinereum als ein wahres Metall, welches man dem zu verarbeitenden Zinn zusetze. Später wurde es wieder teils mit Antimon, teils mit Zink verwechselt, und noch im Jahre 1754 behauptet Justi, daß man es aus Arsen, Zinn, Weinstein und Salpeter bereiten könne. Erst Pott und Bergmann lehrten die Eigentümlichkeiten des Wismut näher kennen. Der Name Wismut — in älteren Schriften heißt es auch Wesemot — wird von den bunten Farben hergeleitet, mit denen es oft angelaufen ist, so daß es „blühet wie eine schöne Wiese, darauf allerlei farbige Blumen stehen", und soll so viel wie „Wiesenmatte" bedeuten.

Das Wismut kommt ziemlich selten und meist nur gediegen in der Natur vor. Es kryställisiert in würfelähnlichen Rhomboëdern, doch sind die Krystalle selten deutlich, besitzen aber vollkommene Spaltbarkeit. Gewöhnlich ist es baumförmig, federförmig oder gestrickt, häufig aber auch derb und eingesprengt und von körniger Zusammensetzung. Das Wismut ist sehr milde, aber nicht dehnbar, sondern spröde, unter dem Hammer zerfallend. Seine Härte ist 2,5, das Gewicht 9,8. Die Farbe ist rötlichsilberweiß, oft grün, gelb, rot, überhaupt bunt angelaufen. Wismut ist stark diamagnetisch, d. h. wenn man eine Wismutnadel an einem Seidenfaden zwischen die Pole eines Magneten bringt, so wird sie so abgestoßen, daß sie sich senkrecht gegen die Achse des letztern stellt. (Am Wismut hat Faraday im Jahre 1846 zuerst den Diamagnetismus erkannt.) Wismut schmilzt vor dem Lötrohr auf Kohle sehr leicht zur blanken Kugel. „Hört man, sobald diese weiß glüht, mit Blasen auf, so oxydiert sich die Oberfläche mit Zischen, hört auf zu glühen, stößt keine Dampfwolken aus. Um den Fleck der Kohle, welcher glühend gewesen, ist ein zitrongelber, nach außen bläulich-weißer Beschlag, Wismutoxyd, welcher sich wegglühen läßt und dabei keinen farbigen Schein giebt. Übergießt man etwas Wismut im Probierglöschen mit starker Salpetersäure, so löst es sich unter heftiger Erhitzung, Schäumen und Ausstoßen giftigen, braunen Dampfes auf. Schüttet man sodann Wasser zu, so bekommt man einen starken weißen Niederschlag, salpetersaures Wismutoxyd. Bringt man in ein eisernes Löffelchen 2 Teile Wismut, 1 Teil Blei, 1 Teil Zinn,

etwas gepulvertes Kolophonium darauf, schmilzt die 3 Metalle über der Weingeistflamme zusammen und gießt die Masse dann so in kaltes Wasser, daß sie beim Erstarren sich lang streckt, so kann man sich dann auf folgende Weise davon überzeugen, daß sie nun zum Schmelzen nicht mehr Hitze bedarf als die des siedenden Wassers: Man stellt das Stück auf den Boden eines Probierglächens, gießt so viel Wasser zu, daß es bedeckt ist, bringt das Wasser über der Lampe zum Kochen, und nun sinkt das Metall schmelzend zu Boden. Dieser Metallmischung bedienen sich die Leute, welche dünne Glasperlen machen, um diesen damit inwendig einen Überzug zu geben, welcher ihnen Silberfarbe erteilt. Aus 1 Teil Wismut, 2 Zinn, 1 Blei besteht das leicht schmelzende Schnelllot der Klempner."

Das gediegene Wismut kommt meist mit Kobalt- und Nickelerzen zusammen vor und findet sich im Kesselsgraben bei Friedrichroda im Thüringerwalde, bei Riechelsdorf in Hessen, bei Wittichen im Schwarzwald, bei Biber in Hessen, in England in Cornwall und Devonshire, in Norwegen bei Modun, bei Falun in Schweden, am Sorata und Illampu in Bolivia. Das meiste Wismut wird aber im sächsischen Erzgebirge, wo es sich bei Schneeberg, Annaberg, Johanngeorgenstadt, Marienberg, Schwarzenberg, Altenberg, Freiberg findet, gewonnen. Die Gesamtproduktion Sachsens beträgt jährlich ungefähr 320 Zentner; im Jahre 1870 wurden 502,5 Zentner Wismutmetall produziert. Schneeberg ist noch heute wie früher der Hauptfundort. Krystalle sind aber auch hier sehr selten und finden sich nur bei den Gruben „Weißer Hirsch" und „Adam Heber". Bei einigen Gruben kommt Wismut in rotem Chalcedon eingewachsen vor; diese Abänderungen werden geschliffen und als Ringsteine getragen. Über das Wismutvorkommen zu Schneeberg schrieb Agricola: „Die berühmtesten Wismutbergwerke, eines Metalls, weißer als Blei und schwärzer als Zinn, sind zu Schneeberg im Meißnischen, wo sonst die Georgszeche vorzüglich fruchtbar an diesem Metall war."

„Um das Wismutmetall von dem beibrechenden Gestein und fremden Erzen zu trennen, pocht man die Masse, füllt sie in eiserne Röhren, welche nach einer Seite hin geneigt sind und daselbst nur unten eine kleine Öffnung haben, setzt sie in schwache Rotglühhitze, und das Wismut tröpfelt (saigert) durch jene Öffnung in einen eisernen Behälter. Als Nebenprodukt gewinnt man es auch bei der Aufarbeitung wismuthaltiger Kobalterze."

Das **Antimon** scheint als eigentümliches Metall erst im 15. Jahr-

hundert erkannt worden zu sein; früher hielt man es für eine Art Blei oder verwechselte es mit Wismut. Die Alchemisten des Mittelalters machten sich mit Antimon viel zu schaffen. Namentlich hat sich der als Chemiker seiner Zeit nicht unberühmte französische Klostergeistliche Basilius Valentinus (1460) mit den arzneilichen Wirkungen des Antimon viel beschäftigt. Da ihm nun bei seinen Versuchen verschiedene Mönche gestorben sein sollen, so habe das Metall den französischen Namen antimoine, latinisiert antimonium — Mittel gegen die Mönche — erhalten. Nach anderen Angaben ist jedoch der letztere Name viel älter. In seinem Buche „Triumphwagen des Antimonii" sagt Basilius Valentinus vom Antimon: „Damit ich, wie nicht unbillig, auch von dem Namen der Materia etwas sage, so soll man dieses wissen, daß diese Materia von den Arabern in ihrer Sprache lange Zeit und von altersher genannt worden Asinat; die Chaldäer haben's Stibium intituliert. In der lateinischen Sprache hat man es bis auf den jetzigen schwebenden Tag Antimonium geheißen. Die sich aber der unsern deutschen Mutterspracb allein einfältig beflissen, haben dieselbe Materia für ein Spießglas ausgerufen zu nennen, aus denen Ursachen, weil solche Materia spießig und ein Glas daraus zu machen ist."

Das Antimon hat in seinem Verhalten manches, was die Aufmerksamkeit und die Hoffnungen der Alchemisten erregen konnte. Vor dem Lötrohr schmilzt es auf Kohle augenblicklich zur Kugel, und hinter dieser zeigt sich im Saume ein bläulich-grüner Schein; wirft man die Kugel weißglühend auf einen dunkelfarbigen, dicken Papierbogen, dessen Ränder aufwärts gebogen sind, so teilt sich die Kügel in eine Menge kleiner Kügelchen und diese hüpfen mit prächtigem Glanze umher, und ein jedes hinterläßt auf dem Papierbogen, weil das geschmolzene Metall rasch oxydiert, eine weiße Spur wie einen Kreidestrich. Läßt man dagegen die geschmolzene Kugel ruhig auf der Kohle, entfernt die Flamme, bewegt die Kohle langsam hin und her, so glüht die Kugel noch lange von selber fort und stößt dicke Wolken weißen, geruchlosen Oxydes aus. Beim Erkalten bedeckt sich die Kugel mit weißen, perlmutterglänzenden Krystallnädelchen von Antimonoxyd. Sollte ein Gehalt von Arsenik da sein, so bemerkt man etwas Knoblauchgeruch. Den dicken Oxydbeschlag, welcher sich auf der Kohle ablagert, kann man leicht mit der Lötrohrflamme wieder vertreiben. Wird er von der Mantelspitze berührt, so zeigt sich um diese ein bläulich-grüner Schein. Das verdampfende Antimonoxyd wirkt, oft und in größerer Menge eingeatmet, schädlich. Bringt man etwas Antimon in ein Probierglässchen, gießt Salpetersäure darauf,

und erhitzt es von unten, so verwandelt sich das Metall, während die Flüssigkeit heftig schäumt und braunen, giftigen Dampf ausstößt, in blaßweißes Oxyd. Kocht man etwas Antimon in starker Salzsäure, so merkt man keine Änderung; gießt man aber konzentrierte Salpetersäure, jedoch nur wenig, etwa $^1/_6$, zu, so beginnt das Metall gleich sich farblos aufzulösen; fügt man zuletzt Wasser bei, so entsteht ein starker weißer Niederschlag. Sehr anziehend mußte den Alchemisten auch das Verhalten des Antimons zum Golde erscheinen. Man darf nur ein kleines Stückchen dieses dehnbarsten aller Metalle den Dämpfen von Antimon aussetzen, so verbinden sich beide Metalle, und das Gold wird sofort spröde und brüchig. Hierdurch schien eine gewisse edle Natur des Antimonmetalls angedeutet, und man benannte es daher mit dem noch unvergessenen Namen regulus, kleiner König. Später wurde unter „Regulus" jeder ausgeschmolzene Metallkern verstanden.

Das Antimon zeichnet sich, wenn es rein ist, durch zinnweiße Farbe und lebhaften Metallglanz aus. Im unreinen Zustande läuft es an der Luft gelblich oder rötlich an. Es kryſtalisiert äußerst selten in Rhomboëdern, welche gewöhnlich oben und unten enteckt und zu Zwillingen, Vierlingen und Sechslingen verwachsen sind. Man kann sich aber nach F. Senft Antimonrhomboëder leicht künstlich herstellen, wenn man etwa zwei Pfund des gereinigten Metalls in einem Napfe oder Tiegel schmilzt, das Gefäß dann auf ein erhitztes Sandbad setzt, mit einem Eisenblech, auf welchem glühende Kohlen liegen, zudeckt, weiter dann die feste Rinde, welche sich auf seiner Oberfläche bildet, mit einem glühenden Nagel durchstößt und die unter dieser Rinde noch befindliche geschmolzene Masse zum Teil ausgießt. Zerschlägt oder zerfeilt man endlich nach Ablauf einer Stunde den Napf und Metallkuchen, so gewahrt man in seinem Innern die schönsten Rhomboëder. Meist kommt Antimon in körnigen Massen vor. Es ist vollkommen spaltbar und spröde. Seine Härte ist 3 — 3,5, sein Gewicht 6,6 — 6,8. In der Regel enthält es kleine Beimischungen von Silber, Eisen oder Erzen.

Das gediegene Antimon kommt in der Natur nur in geringer Menge vor. Es findet sich in Deutschland auf Gängen im Urthonschiefer bei Andreasberg am Harz, in der Grauwacke bei Przibram in Böhmen, bei Sala in Schweden, zu Allemont in der Dauphiné, Southam im östlichen Kanada und auf Borneo. Fast alles technisch verwendete Antimon wird aus dem Antimonglanz oder dem Grauspießglanzerz durch bloßes Ausschmelzen gewonnen. — Die wichtigste Anwendung des Metalls besteht darin, daß man es dem Blei zusetzt, woraus die Lettern der Buch-

drucker gegossen werden; letzteres bekommt dadurch die erforderliche Härte. Eine Legierung von Antimon und Zinn giebt das silberweiße Britannia-Metall.

Das **Arsen** kommt gewöhnlich in feinkörnigen Massen mit nierenförmiger oder traubenförmiger Oberfläche und krummschaliger Absonderung oder in konzentrisch schaligen Kugeln, welche sich in einzelne napf- oder scherbenförmige Schalen (daher auch Scherbenkobalt genannt) zerschlagen lassen, aber auch in dichten Stücken (Fliegenstein) vor. Krystalle (kleine Rhomboëder) sind äußerst selten. Seine Härte ist 3,5, sein Gewicht 5,7 — 5,8. Es ist spröde und an frisch angeschnittenen Stellen weißlich-bleigrau gefärbt und glänzend, an der Luft, besonders an feuchter Luft, aber läuft es schnell graulich-schwarz an (durch Bildung von Suboxyd). Beim Zerschlagen, Reiben oder direkten Erhitzen entwickelt es Dämpfe, die nach Knoblauch riechen. Legt man ein Stückchen so klein wie ein halbes Mohnkörnchen auf die Kohle und glüht es im Saume oder Mantel der Lötrohrflamme, so giebt es ganze Wolken nach Knoblauch stinkenden Dampfes, kann einen großen Raum gefährlich verpesten und läßt auf der Kohle nichts zurück, als um die Stelle, welche heiß gewesen ist, einen weißen Beschlag, welchen man leicht mit der Lötrohrflamme verjagen kann. Durch Salpetersäure wandelt sich Arsen in weiße, in Salzsäure auflösbare, arsenige Säure um. In Königswasser ist es ganz auflöslich und giebt dann mit Schwefelwasserstoff einen strohgelben Niederschlag. Sehr oft enthält es etwas Antimon, auch wohl Spuren von Silber, Eisen oder Gold.

Das Arsen ist für Menschen, Tiere und Pflanzen ein starkes Gift (und zwar in jeder Form, zumal als arsenige Säure oder weißer Arsenik, und in hinreichend großen Gaben), dessen Vorhandensein man jedoch in jedem verdächtigen Dinge (z. B. prachtvoll grünen Tapeten, Kleidern, Zuckersachen, Spielwaren) dadurch nachweisen kann, daß man es mit Wasser, worin Soda aufgelöst ist, befeuchtet und vor dem Lötrohr im Flammenmantel glüht; eine verdächtige Flüssigkeit versetzt man ohne weiteres mit Soda, tupft sie auf die Kohle und glüht sie vor dem Lötrohr; das Arsen verrät sich während des Glühens deutlich durch den giftigen Knoblauchgeruch. Dieser deutet überhaupt jedesmal, wo nicht wirklich Knoblauch oder Phosphor vorhanden sind, auf Arsen. Viele arsenhaltige Dinge, seien es Erze oder künstlich bereitete Stoffe, geben auf Kohle auch ohne Soda den Knoblauchsgeruch. Ist nicht unendlich wenig Arsenik vorhanden, so zeigt auch die Kohle in einiger Entfernung von dem geglühten Stoffe einen weißen Beschlag, der sich, wie schon gesagt, mit der Lötrohrflamme

leicht vertreiben läßt, wobei er mit schwach-hellblauem Schein verschwindet. Der Knoblauchgeruch des verdampfenden Arsens wird durch das in ihm enthaltene Arsensuboxyd bewirkt, welches aus Arsen besteht, das sich mit wenig Sauerstoff verbunden hat; der weiße Beschlag dagegen besteht aus arseniger Säure oder Arsenik, in welcher das Arsen mehr Sauerstoff enthält. In Ermangelung eines Lötrohrs kann man die Probe auch recht gut bloß mit glühenden Kohlen machen, auf die man den zu untersuchenden Stoff mit Soda versetzt bringt.

„Gebrannte Magnesia, welche in jeder Apotheke vorrätig ist, bindet die giftige Eigenschaft des Arseniks und ist an sich dem Magen nicht schädlich, muß aber, wenn Arsenik verschluckt worden ist, so schnell als möglich angewandt werden. Ist sie nicht gleich zu haben, so muß so viel Milch oder mit Eisenrost gemischtes Wasser (dieses z. B. aus der Schmiede) verschluckt und wieder ausgespuckt werden, als möglich. — Das bloße Einatmen arsenhaltigen Staubes kann gefährlich, ja tödlich werden. Man hat auch hier Nase und Mund mit Wasser, Milch und so bald als möglich mit der Mischung von Wasser und gebrannter Magnesia oder Eisenrost zu reinigen, auch muß mit ihr die Haut überall gewaschen werden, wo sie vom Gifte berührt sein kann. — Mit Arsenik vergiftete Ratten, Mäuse, Iltisse speien gewöhnlich, und oft an Orte, wo Getreide u. dgl. liegt. Wird ein Gebäude, wo Rattenfänger ihr Arsenikgift gestellt haben, später einmal ausgefegt, und das Kehricht auf die Düngerstätte geworfen, so können sich Hühner und Schweine daselbst leicht den Tod holen. — Auch Pulver, welche zur Vertilgung von Schaben ausgeboten werden, enthalten in der Regel Arsenik."

„Leider ist im Eisen, Zinn, Zink, das wir gebrauchen, namentlich in den zwei letzteren, oft etwas Arsen enthalten. Begießt man nun ein solches Metall mit gewöhnlicher Schwefel- oder Salzsäure, so entwickelt sich ein farbloses Gas, Arsen-Wasserstoff, welches an seinem Knoblauchgeruch bemerkbar ist. Riecht man von diesem nur das Geringste, so muß man ihm schnell zu entgehen suchen, denn es ist, eingeatmet, noch viel gefährlicher als reguliniſches Arsen oder irgendeine Arsenik-Verbindung. Sollten die genannten Metalle rein, dagegen Arsenik in den Säuren enthalten sein, was auch öfters der Fall ist, so entwickelt sich ebenfalls das giftige Gas, wie man das an den Platin-Feuerzeugen nicht ganz selten verspüren kann. — Dasselbe Gas entsteht, obgleich in sehr geringem, dem Geruch nicht immer wahrnehmbarem Maße, wo ausgestopfte Tiere zum Schutz gegen Fäulnis und Ungeziefer mit Arsenik bestrichen sind, ferner wo die Farbe der Tapeten u. dgl. Arsenik enthält;

die immer in der Luft schwebenden Wasserteile vermitteln die Erzeugung des genannten Gases."

„Schwefel, namentlich grauer, ist öfters mit Arsen verunreinigt, wodurch er beim Verbrennen giftigen Dunst giebt. Beim Ausschwefeln der Weinfässer ist streng darauf zu sehen, das der Schwefel rein sei."

Mit Arsen sollte man nie experimentieren, wenn es nicht unumgänglich nötig ist. Muß es aber doch geschehen, so ist jedenfalls der Ort so zu wählen, daß Dämpfe und Gase freien Abzug haben.

Das gediegene Arsen kommt auf Gängen im Gneiß bei Freiberg, Annaberg, Marienberg, Schneeberg, Johanngeorgenstadt, Joachimsthal im Erzgebirge, in der Grauwacke bei Andreasberg am Harz und Przibram in Böhmen, im Granit bei Wittichen und im Münsterthal im Schwarzwald vor. Das meiste Arsen im sächsischen Erzgebirge liefert Schneeberg. Bei der Grube „Wolfgang Maßen" kommt es so häufig vor, daß jährlich Hunderte von Zentnern gewonnen werden könnten, wenn der Abbau sich lohnte; von dem bei dem Abbau von Kobalt-, Silber- und Wismuterzen fallenden Metall wurden mehrmals Posten von 18—20 Zentnern an die Blaufarbenwerke geliefert. Arsen ist auch ein wesentlicher Bestandteil mehrerer Silber-, Kupfer-, Nickel-, Eisen-, Blei-, Mangan- und Kobalt-Erze. Bemerkenswert ist es, daß man auch schon oft Arsen in dem Wasser von Quellen und in der Asche von Bäumen gefunden hat.

„Das meiste in Handel kommende Arsen stammt von gediegenem Arsen, oder Arsenkies, oder Kobalterzen. Man bringt die genannten Mineralien, nachdem sie gepulvert sind, in thönerne oder eiserne Gefäße, die durch Röhren in Vorlagen (d. h. andere Gefäße) oder in gemauerte Gewölbe münden, welche letztere noch mit den hölzernen Kammern des Giftturms in Verbindung stehen. Werden die das Erz enthaltenden Gefäße geglüht, so ziehen die Arsendämpfe in die Vorlagen oder in die Gewölbe und Kammern und verdichten sich daselbst als krystallinische, graue, reguliniſche Masse und als weißes Pulver, welches letztere arsenige Säure ist. Die Arbeiter, welche das sogenannte Giftmehl in den Gewölben und Kammern sammeln, haben über den gewöhnlichen Kleidern lederne, dicht zugeknöpfte, auch den Kopf und die Hände bedeckende, ferner vor den Augen Glas, vor der für Mund und Nase angebrachten Öffnung nasse Tücher und Schwämme, werden aber doch nach kurzer Zeit krank. Was gesammelt ist, wird meist noch für den Handel gereinigt. Arsen für den Handel liefernde sogenannte Gifthütten sind z. B. zu Reichenstein in Schlesien, Geyer in Sachsen, Andreasberg auf dem Harz."

„Reines Arsen wird sehr wenig angewendet. — Alle Metalle werden durch einen Arsengehalt für den Gebrauch schlechter; nur mit dem Blei, aus welchem Schrote gegossen werden, müssen 0,3—0,8 Prozent Arsen verschmolzen sein, weil das Blei sich dadurch leichter körnt und auch härter wird. Deswegen werden Schrote, wenn sie von Hühnern verschluckt sind, diesen leicht tödlich. — Am meisten wird arsenige Säure unter dem Namen Arsenik, weißes Arsenik, Rattengift in Handel gebracht und verbraucht. Wird arsenige Säure auf einem Stoffe, wo sie nicht desoxydiert wird, z. B. auf Glas, Porzellan, erhitzt und verdampft, so giebt sie einen farblosen Dampf und keinen Knoblauchgeruch; mit etwas Soda gemischt und auf Kohle geglüht, verfliegt sie dagegen mit starkem Qualm und Knoblauchgeruch. Die arsenige Säure ist weit giftiger als das gediegene Arsen und hat auch schon dadurch oft Unglück gestiftet, daß sie sowohl in Stücken als gepulvert wie Zucker aussieht. Sie bildet einen wesentlichen Bestandteil derjenigen Seife, mit welcher man auszustopfende Tierhäute bestreicht, und mehrerer schöner hellgrüner Farben, welche im Handel Scheelsches (Mineral-), Schwedisches, Zwickauer, Saalfelder, Schweinfurter, Papageien-, Braunschweiger, Neuwieder, Pickel-, Wiener, Mites- und Berg-Grün heißen und vorzugsweise aus arsenigsaurem Kupfer bestehen. Auch eine schöne rote Farbe enthält Arsenik, seltener eine gelbe. — Manche prächtige Flammen der Feuerwerker haben einen Zusatz von Arsen und vergiften um sich her die Luft."

Die Entdeckung des metallischen Arsens wird Albertus Magnus, welcher im 13. Jahrhundert lebte, zugeschrieben, obwohl die Eigenschaften des Metalls erst später bekannt wurden.

2. Ordnung. Nichtmetalle.

Die Nichtmetalle, zu welchen nur der Schwefel und die krystallisierten Formen des Kohlenstoffs, der Diamant und der Graphit, gehören, haben wenig gemeinschaftliche Merkmale. Sie besitzen mittleres Gewicht ($G = 2-3{,}5$), sind verbrennlich und in der Luft, im Wasser und in Säuren unveränderlich.

Der **Schwefel**, ein ziemlich verbreitetes und seit den ältesten Zeiten bekanntes Mineral, kommt krystallisiert, in dichten Massen und in mehligen Anhäufungen vor. Die Krystalle haben die Gestalt rhombischer Oktaëder, sind spaltbar, schön schwefelgelb bis fast farblos, fettähnlich glänzend, durchsichtig bis durchscheinend. Der dichte Schwefel ist schwefelgelb, braungelb bis rotbraun, oft graugelb, wachsglänzend und undurch-

sichtig. Seine Härte gleicht der des Steinsalzes (H = 2), sein Gewicht ist 2. Reibt man Schwefel (am besten ein Stück Stangenschwefel) an wollenem Zeug, so wird er negativ elektrisch. Erhitzt man ihn etwas über den Siedepunkt des Wassers, so schmilzt er, wird dünnflüssig, bleibt aber hellgelb; erhitzt man ihn stärker, so wird er braun und zähe; giebt man ihm in einem vor Luft geschützten Raume die dreifache Hitze siedenden Wassers, so kocht er und verwandelt sich in Dämpfe; giebt man ihm aber die Hitze bei Zutritt der Luft, so entzündet er sich, giebt eine blaue Flamme, bildet, indem er sich mit dem Sauerstoff der Luft verbindet, ein Gas, welches den bekannten Geruch hat, *schwefelige Säure* heißt und erstickend wirkt; auch stark gerieben giebt er diesen Geruch.

Schmilzt man Schwefel in einem Töpfchen, läßt ihn dann langsam erkalten, stößt darauf die obere Kruste durch und gießt den im Innern noch flüssigen Teil aus, so ist nach dem völligen Erkalten der innere Raum mit kleinen säulenförmigen Krystallen angefüllt, welche dem monoklinischen System angehören. Der monokliniſche Schwefel hat ein geringeres Gewicht, sonst ist er dem natürlichen in allen übrigen Eigenschaften gleich; er setzt sich aber alsbald mit Beibehaltung der Form in ein Haufwerk rhombischer Kryställchen, d. i. in gelben, rhombischen Schwefel um. Wenn man den braunen, dickflüssig geschmolzenen Schwefel in kaltes Wasser gießt, so erhält man eine zähe, plastische Masse (*amorphen* Schwefel), die zum Abformen benutzt werden kann. Nach kurzer Zeit verwandelt sich diese Masse wieder in spröden, gelben Schwefel. Schwefel löst sich nicht in Wasser, dagegen leicht und in großer Menge in Schwefelkohlenstoff, einer farblosen Flüssigkeit von unangenehmem Geruch, auf. Läßt man eine solche Lösung verdampfen, so scheidet sich der Schwefel in Krystallen, und zwar in rhombischen Oktaëdern, aus, die mit den Formen des natürlichen Schwefels übereinstimmen.

Der Schwefel ist in der Natur sehr verbreitet, steckt in sehr geringer Menge fast in jedem lockern Boden, in Tieren, in Pflanzen. Nahrungsmittel, welche sich durch etwas größern Schwefelgehalt auszeichnen, z. B. Zwiebeln, Lauch, Knoblauch, Rettig, Erbsen, Linsen, Bohnen, Senf, Eier, bekommen einer kräftigen Verdauung vortrefflich, einer schwachen aber nicht. Chemisch mit Metallen verbunden ist Schwefel sehr häufig, und solche Verbindungen bezeichnet man als Schwefelerze (*Kiese*, *Glanze*, *Blenden*), wie z. B. Eisen- und Kupferkies, Blei- und Silberglanz, Zinkblende. Schwefel mit Sauerstoff verbunden bildet *Schwefelsäure*, und ist z. B. ein wesentlicher Bestandteil des Gipses und Schwerspats. Der gediegene (nicht chemisch mit anderen Stoffen

verbundene) Schwefel findet sich in bedeutender Menge vorzugsweise in der Nähe von Gips und Kalkstein; jedoch hat Alex. v. Humboldt auch südlich von Quito in dem Cerro Cuello bei Ticsan ein ungeheures Schwefellager in reinem Quarze beobachtet, welcher sich zwischen Glimmerschiefer befand. Auch im Krater der Vulkane oder in Spalten vulkanischen Bodens sind Schwefeldämpfe und aus diesen abgesetzter Schwefel nicht selten, ebenso erscheint er als Absatz an Schwefelquellen.

Die reichsten Schwefellager kommen auf Sicilien (Girgenti, Catania, Caltanissetta) vor, von wo aus fast ganz Europa mit Schwefel versorgt wird. Der Schwefel findet sich hier mit Gips, Thon und Mergel. Die Mächtigkeit der schwefelhaltigen Schichten schwankt zwischen 1,5 — 13 m und darüber, der Gehalt der nutzbaren Masse beträgt 10 — 15 Prozent. Die Ausbeutung der Schwefellager ist höchst mangelhaft. Die Aufsicht und Leitung ist in der Regel Leuten überlassen, die kaum lesen und schreiben, geschweige denn nach bergmännischen Grundsätzen handeln können. Die meisten Eigentümer verpachten ihre Gruben und die Pächter suchen während der neun- bis zehnjährigen Dauer ihrer Pachtzeit so viel Schwefel wie möglich zutage zu fördern, ohne sich darum zu bekümmern, in welchem Zustande die Gruben nach Ablauf ihrer Pachtzeit sich befinden, ja, sie bieten alles auf, um diesen Zustand so viel wie möglich zu verschlimmern, indem sie die Stollen und Schächte verschütten und zusammenbrechen lassen. Trotz dieses Raubbaues ziehen einzelne Besitzer jährlich 100 000 — 300 000 Lire Pacht. In neuester Zeit ist eine gründliche Prüfung des Schwefelabbaues vonseiten der Regierung eingeleitet, die hoffentlich den gewünschten Erfolg haben wird.

In Spanien finden sich Schwefellager bei Murcia und Conilla bei Cadix; in Kroatien findet sich Schwefel bei Radoboi und in Galizien zu Swoscowize unweit Krakau. In Ungarn kommt zu Kalinka bei Altsohl eine Schwefellagerstätte in zersetzten vulkanischen Gesteinen vor, die ihre Entstehung einer Solfatare verdanken dürfte.

Deutschland ist arm an gediegenem Schwefel; in geringen Mengen kommt er z. B. bei Artern in Thüringen, bei Weenzen in Hannover, in den Braunkohlen von Kaltennordheim an der Rhön, bei Duttweiler unweit Saarbrücken vor.

In Toscana, auf den Liparischen Inseln, bei Puzzuoli bei Neapel, auf Island, Java u. s. w. wird Schwefel aus Solfataren, d. h. aus Dampfquellen, die ein Gemisch von Wasser- und Schwefeldämpfen zutage fördern und an deren Ausströmungsstellen sich Schwefel absetzt, gewonnen.

Schwefel als Absatz von Schwefelquellen kommt zu Aachen, bei Bex in der Schweiz und zu Pystjan in Ungarn vor.

„Um den gediegenen Schwefel von erdigen Teilen zu trennen, bringt man ihn in thönerne Gefäße, verschließt diese gut, damit keine Luft eintreten kann, erhitzt sie, der Schwefel geht als Dampf weg, und dieser wird entweder unter kaltes Wasser geleitet, wo der Schwefel als Staub zu Boden fällt, oder in eine aus Backstein gemauerte Kammer, wo er sich als Staub (*Schwefelblumen*) an die Wände hängt. Der meiste Schwefel wird in nasse hölzerne oder in metallene Formen gegossen, welche denen ähnlich sind, worin man Talglichter gießt, und kommt dann unter dem Namen *Stangenschwefel* in den Handel; wenig gereinigt und grau heißt er *Roßschwefel*. Viel schöner Schwefel kommt nach Europa auch aus *Quito* und *Guadeloupe* in Handel. — In Deutschland gewinnt man auch viel Schwefel aus Eisenkies, aus Blei- und Kupfer-Erzen, die man in geschlossenen Gefäßen erhitzt, wobei man die Schwefeldämpfe in Wasser auffängt."

„Sehr viel Schwefel wird zur Bereitung von *Schießpulver*, dessen wesentlicher Bestandteil er ist, verbraucht; die größte Masse aber braucht man jetzt, um sogenannte *englische Schwefelsäure* zu gewinnen, welche zu sehr vielen Zwecken unentbehrlich ist und namentlich in ungeheurer Menge verbraucht wird, um aus Kochsalz Glaubersalz zu erzeugen, welches dann größtenteils wieder zur Erzeugung der Soda dient. Um Schwefelsäure zu erhalten, leitet man das aus verbranntem Schwefel entstandene Gas (schweflige Säure) in Bleikammern, d. h. von Bleiplatten gebildete große Räume, und läßt mit ihm zugleich Dämpfe von Wasser und Salpetersäure eintreten, welche letztere einen Teil ihres Sauerstoffs an die schweflige Säure abgiebt, wodurch diese in Schwefelsäure verwandelt wird. Zu *Schwefelhölzchen*, *Schwefelfäden* bedarf man viel Schwefel. Man gießt auch aus ihm *Formen*, in welchen man z. B. die Masse abdrückt, welche Puppenköpfe giebt. Man macht aus ihm *Abgüsse* von Münzen; man verbindet ihn mit Quecksilber, um künstlich *Zinnober*, oder mit Arsen, um *Auripigment* darzustellen; man giebt ihn als Arznei, doch wird er bei anhaltendem Gebrauche sehr schädlich, obgleich einzelne kleine Gaben ganz unschädlich sind. Kann man zu *Schwefelbädern* keine natürlichen Schwefelwasser haben, so macht man künstliche aus einer Verbindung von Schwefel mit Kalium oder Natrium, die man *Schwefelleber* (Hepar) nennt; sie ist in Wasser auflöslich, Schwefel aber, wie wir oben gesehen, nicht. — Der künstlich gewonnene und in Wasser aufgefangene *Schwefel-*

Wasserstoff leistet dem Chemiker wichtige Dienste. Mit schwefliger Säure, durch Verbrennen von Schwefel erzeugt, bleicht man Wolle, Seide, Darmsaiten, Badeschwämme, Strohhüte, Körbe, Horn, Elfenbein; man verbrennt in Weinfässern etwas Schwefel, bevor man Wein hineinfüllt, weil der Schwefel beim Verbrennen den Sauerstoff der Luft, welcher dem Wein schaden könnte, an sich nimmt. — Leitet man Schwefeldampf durch glühende Kohlen, so erhält man eine chemische Verbindung, den Schwefel-Kohlenstoff, in der sich, wie schon gesagt, Schwefel leicht auflöst. Taucht man Kautschuk oder Guttapercha in diese Auflösung, was man Vulkanisieren nennt, so gewinnen beide sehr an Brauchbarkeit. Endlich dient Schwefel auch zum Bestäuben der Weintrauben als Mittel gegen die Traubenkrankheit."

Der **Diamant**, der kostbarste und zugleich der merkwürdigste aller Edelsteine, findet sich nur kryſtallisiert; seine Grundgestalt ist das reguläre Oktaëder. Das Rhombendodekaëder, der Würfel und Tetraëder sind nicht selten und es kommen auch das Hexakisoktaëder (Diamantoëder), das Triakisoktaëder und das Tetrakishexaëder vor. Die Kryſtallflächen sind gewöhnlich deutlich gewölbt, auch Kanten und Ecken nicht selten so abgerundet, daß die ganze Gestalt gerundet erscheint. Es kommen auch Zwillingskryſtalle vor. Trotz seiner außerordentlichen Härte ist der Diamant spaltbar und zwar parallel den Flächen des regulären Oktaëders. Sein Gewicht ist 3,5, sein Bruch muschelig. David Brewster hat nachgewiesen, daß viele Diamanten im Museum der Ostindischen Kompanie innerlich kleine, unregelmäßige, hohle Räume haben, und daß sich deren gleichfalls mehrere in dem berühmten Kohinur finden. Auch E. Rose hat der Berliner Akademie einen Diamanten vorgelegt, der ein fast regelmäßiges Oktaëder, 5,5 Pariser Linien lang und breit, und wasserklar ist, und in dessen Innerm sich einige Bläschen zeigen; solche Bläschen haben später auch Petzholdt und H. R. Göppert in mehreren Diamanten nachgewiesen. Die Oberfläche ungeschliffener Diamanten ist meist rauh, weniger glänzend und düsterer gefärbt, als das Innere. An Härte (er steht auf der 10. Härtestufe, H = 10) übertrifft der Diamant alle Körper, die wir kennen, er ritzt den Saphir, kann selber nur von einem andern Diamanten, und zwar nur sehr mühsam, geritzt werden. Diese Härte ist eine sehr wichtige Eigenschaft, denn erstlich kann man sich schon allein durch deren Prüfung vor jedem Betruge sicherstellen, und zweitens kann der Stein, wenn er geschliffen und poliert ist, auf keine Weise die Politur verlieren, es sei denn, daß man ihn anhaltend mit Diamant-Ecken kratzte, was man wohl schwerlich thun wird. Er ist

spröde; ein einziger Hammerschlag könnte leicht den wertvollsten Diamanten zertrümmern; doch zeichnet er sich auch darin vor allen anderen Mineralien aus, daß er sogar zertrümmert einen großen Wert behält, weil man teils die Stücke und Splitter zu allerlei Zwecken, teils selbst das Pulver noch gebrauchen kann, um andere Diamanten oder Saphire und Rubine zu schleifen. Er kommt am häufigsten ganz durchsichtig und wasserklar (vom reinsten Wasser) vor, jedoch auch grün, blau, gelb, rosa, orange, ja es giebt einzelne, die bis zur vollkommnen Undurchsichtigkeit schwarz, grauschwarz oder braun sind. Diese dunkelfarbigen bilden, zuweilen von Natur gerundete, ein Hühnerei an Größe übertreffende krystallinische, mitunter poröse Stücke. Die Diamantschleifer können sie benutzen, um andere Diamanten oder sonstige sehr harte Steine zu schleifen oder zu bohren. Die ganz wasserklaren sind sehr gesucht, es giebt aber auch schön grüne, gelbe und namentlich rosafarbene, die man jenen gleichstellt. Alles Trübe in der Farbe, jede Wolke (trübe Fleck), jeder dunkle Punkt, jeder Riß setzt den Wert tief herab. An Stärke des Glanzes (Diamantglanz) übertrifft ein gut polierter Diamant (selbst wenn er dunkelfarbig ist) jedes andere Mineral, und ein wohlgeübtes Auge unterscheidet ihn schon von weitem dadurch von ähnlichen Steinen. Er bricht das Licht stärker als jeder andere Körper und spielt dabei in Regenbogenfarben. Der Diamant leitet zwar die Elektricität nicht, aber er wird durch Reiben selbst stark elektrisch und verliert dann die Elektricität erst nach sehr langer Zeit. Eine Zeit lang dem Lichte ausgesetzt, leuchtet er im Dunklen (Phosphorescenz durch Insolation). Der Diamant besteht aus reinem Kohlenstoff. Wird er in einem geschlossenen Raume in Kohlenpulver gehüllt und vor Luftzutritt gesichert, so leidet er selbst bei Weißglühhitze keinen Schaden; bei Zutritt der Luft kann er dagegen verbrannt werden. Die hierher gehörigen Versuche hat die Akademie zu Florenz im Jahre 1694 begonnen, indem sie einen Diamanten im Brennpunkt eines großen, von Tschirnhausen gefertigten Brennspiegels verflüchtigte; Kaiser Franz I. ließ in Wien den Versuch im Feuer eines Schmelzofens wiederholen, wo er gleichfalls glückte. Am 26. Juli 1771 wurde ein schöner Diamant zu Paris in Maquers Laboratorium verbrannt. Endlich fing Lavoisier das sich bei Verbrennung des Diamanten erzeugende Gas auf, zeigte, daß es Kohlensäure sei, und bewies dadurch, daß der Stein selber aus Kohlenstoff bestehe. Zum Verbrennen bedarf er etwa die Hitze, bei welcher Silber schmilzt; entfernt man ihn aus dieser, so erlischt er sogleich, wenn er sich in gewöhnlicher Luft befindet; im Sauerstoff brennt er dagegen fort. „Um kleine Diamantsplitter vor dem Lötrohr zu

verbrennen", sagt Lenz, „bin ich so verfahren: Ich schlug die Spitze eines dünnen Platindrahtes platt, bog den Draht so, daß auch ein bedeutendes Stück hinter seiner Spitze vor dem Lötrohr weißglühend werden mußte, befeuchtete die Spitze mit Wasser, legte den Splitter darauf, und während ich die Mantelspitze gegen ihn wirken ließ, wurde er schwarz und verschwand, immer kleiner werdend, binnen 5 Minuten ohne Rückstand; um etwas größere Splitter zu verbrennen, bedurfte ich bis neun Minuten. Legt man feines Diamantpulver auf ein hohl gebogenes dünnes Platinblech, und treibt die Lötrohrflamme von unten dagegen, so verbrennt das Pulver mit lebhafter Feuererscheinung." Von Säuren wird der Diamant nicht angegriffen.

Diamanten waren bei den alten Griechen und Römern eine sehr große Seltenheit und kamen jedenfalls geschliffen nach Europa, woselbst man sie damals nur wegen ihres prachtvollen Glanzes und ihrer alles übertreffenden Härte bewunderte, jedoch nicht zu schleifen vermochte. Zur Zeit des Plinius waren sie teurer als alle anderen menschlichen Besitztümer. Ihre Splitter dienten, wie jetzt, um in andere harte Steine zu schneiden oder zu bohren. Dionysius Periegetes, welcher ums Jahr 10 v. Chr. schrieb, sagt, „die Fundorte des alles überstrahlenden Diamanten seien an den Rhipäischen Bergen (dem Ural) und in Indien".

Diamanten gehören auch noch jetzt zu den teuersten Dingen auf Erden. Sie werden nach dem Gewichte verkauft. Die Gewichteinheit bildet das Karat = 4 Gran = $^1/_{72}$ Lot = 212 Milligramm. Es war nun eine uralte Regel, daß der Wert der Diamanten im Quadrate ihres Gewichtes zunahm, das heißt also, daß, wenn ein Diamant von 1 Karat 80 Thaler kostete, ein solcher von 2 Karat nicht 2×80, sondern $2 \times 2 \times 80$, also 4×80, einer von 3 Karat 9×80 Thaler wert war. Diese Regel (nach dem Franzosen Tavernier, der in der 2. Hälfte des 17. Jahrhunderts mehrere Male Asien und vorzugsweise Indien bereiste, Edelsteine kaufte und nach Europa brachte, gewöhnlich Tavernierſche Regel genannt) ist nun durch den Umstand, daß seit 1871 am Kap sehr viel Diamanten, und zwar sehr viele große Diamanten gefunden werden, umgestoßen worden. Es wird jetzt nur die Karatzahl einfach mit 80 Thalern multipliziert, so daß also ein Diamant von 10 Karat, der vor 5 Jahren 8000 Thaler galt, heute nur noch 800 Thaler kostet, während kleine Diamanten von 1 Karat und darunter bis jetzt noch ihren alten Preis behaupten. Im übrigen richtet sich auch der Wert der Diamanten, wie der jeder Ware, nach Angebot und Nachfrage.

Als z. B. Anfang der dreißiger Jahre dieses Jahrhunderts Don Pedro die Zinsen der brasilianischen Staatsschuld nach London in Diamanten bezahlte, ging der Preis sehr erheblich herunter und hob sich erst nach Jahren wieder. Stehen große Krönungsfeierlichkeiten bevor, so steigert sich der Preis, in Zeiten großer Handelskrisen, oder wenn (siehe unten) durch neue Entdeckungen die Produktion zunimmt, sinkt er. Von geschliffenen Diamanten gleicher Größe und Güte steht der Preis des Brillanten über doppelt so hoch als der Preis der Rosette, und der Tafelstein ist noch wohlfeiler als diese; das Schleifen des Brillanten macht nämlich die meiste Mühe und Kosten, das Schleifen des Tafelsteins die wenigsten. — Große Steine, welche sich am besten ausnehmen, wenn sie allein gefaßt sind, heißen Solitäre.

„In Europa hat zuerst (im Jahre 1456) Ludwig von Berquen, Studiosus aus Brügge, Diamanten geschliffen. Diese Kunst ist seitdem vorzugsweise in Amsterdam betrieben worden. Die Arbeit geht äußerst langsam vor sich und wird verrichtet, indem man den Stein in ein eisernes Futteral mit einer geschmolzenen Legierung von Zinn und Blei so einkittet, daß die zu schleifende Seite hervorragt. Das Futteral wird sodann in einer Zange befestigt, welche mit einem Bleigewicht beschwert ist und den Stein gegen eine sich wagrecht und rasch drehende Metallscheibe drückt, welche mit einer Mischung von Olivenöl und gepulvertem Diamant bestrichen ist. Den letztern pflegt man Diamantbord zu nennen, und gewinnt ihn teils durch Zerstoßen unscheinbarer Diamanten oder kleiner Stücke im Diamantenmörser, teils erzeugt er sich beim Schleifen selber. Um die Arbeit zu beschleunigen, werden vor dem Schleifen, wenn es vorteilhaft scheint, Teile des Diamanten abgeschnitten, was mit einer gespannten Uhrfeder geschieht, die mit Öl und Diamantbord bestrichen ist; selten spaltet man, weil es gefährlich ist, Stücke ab; man kittet nämlich dann den Stein fest, bringt ihm durch Reiben mit einer Diamant-Ecke eine Furche bei, setzt einen kleinen Meißel auf diese und thut einen mäßigen Schlag darauf. — Das Schleifen der Diamanten erfordert große Geschicklichkeit und Sorgfalt, wird auch dadurch sehr verteuert, daß es nur mit Hilfe des Diamantbords geschehen kann. — Je nachdem ein roher Diamant seiner Gestalt nach sich zum Brillanten, zur Rosette, oder zum Tafelstein eignet, giebt man ihm den passenden Schliff (Schnitt). Der Rosettenschnitt ist im Jahre 1520, der Brillantschnitt erst im 17. Jahrhundert erfunden worden. Zuerst ließ damals der Kardinal Mazarin 12 der französischen Krone gehörige Diamanten in dieser Form schleifen, die noch jetzt die 12 Mazarins heißen."

Bis zum Jahre 1728 hatte man nur aus Vorderindien Diamanten bezogen. Die dortigen Fundorte sind von Tavernier, B. Heyne und Voysey untersucht worden; sie liegen sämtlich zwischen Pennar, Sonar und dem Ganges-Delta, und bilden die fünf Gruppen von Cuddapah, Nandial, Ellore, Sumbhulpur und Panna; überall finden sich die indischen Diamanten in einem etwa 1 Fuß mächtigen Flötz eines sandsteinartigen Trümmergesteins, das viel Jaspis, Chalcedon, Hornstein und andern Quarz enthält und unter einer diamantlosen Schicht liegt. Die Diamanten der Ellore-Gruppe wurden sonst von Golkonda aus verhandelt, und es sollen dort zu Taverniers Zeit an 60 000 Menschen damit beschäftigt gewesen sein, nach dieser teuern Ware zu suchen. Jetzt scheint es nirgends mehr im großen und regelmäßig zu geschehen; am meisten sucht man noch in der Gruppe von Sumbhulpur auf der linken Seite des Mahanadi-Flusses. — Ceylon liefert keine Diamanten.

Heutigentags findet man auch auf Sumatra im Distrikt Doladulo Diamanten, — weit mehr aber auf Borneo. In den Jahren 1843 bis 1847 sah Dr. L. M. Schwaner daselbst im Stromgebiet des Barito Wäschereien für Gold und Diamanten mit 250 Arbeitern, andere mit 800 bis 1000 .... Ums Jahr 1853 sah die Wienerin Ida Pfeiffer die dortigen Haupt-Diamantengruben bei Landak. Sie gehörten dem malayischen Sultan von Landak, und alle in jenen Gruben sich findenden über 3 Karat schweren Diamanten mußten von den Arbeitern, welche Chinesen waren, an den Sultan verkauft werden, und dieser brachte sie dann gewöhnlich gegen andere Waren in Handel. Der Boden besteht um Landak aus niedrigen Erdhügeln, zwischen welchen die Arbeiter Gruben von 2 Fuß Breite und $2\frac{1}{2}$ Fuß Tiefe ziehen, in welche der Regen das Erdreich der Hügel schwemmt. Aus diesen Gruben werden dann die Diamanten durch Waschарbeit in flachen Schüsseln gewonnen. .... Th. Stolz sah auf Borneo überall in den Ohren armer und reicher Frauensleute diamantenes Ohrengeschmeide. In Pontianak beschäftigen sich viele Bugineſen mit dem Schleifen der Diamanten, und die Bewohner der Insel wußten sie sehr gut von anderen Edelsteinen durch den Glanz zu unterscheiden, mit dem sie im Halbdunkel funkeln. .... Dr. Friedmann berichtet, daß im Jahre 1858 bei Landak ein Diamant von 40 000 Gulden Wert gefunden worden.

In Brasilien werden heutzutage weit mehr Diamanten gefunden als in Ostindien. Genaue Angaben hierüber verdanken wir dem Naturforscher Karl Friedrich Ph. v. Martius, welcher in den Jahren 1817 bis 1820 in Brasilien war. Er berechnet, daß bis zum Jahre 1818

in Brasilien 1301 Pfund Diamanten gefunden worden, an Wert über 56 Millionen Gulden. Die Steine wurden damals nach ihrer Größe in 12 Klassen sortiert und in seidene Beutel gethan. Der größte vom Jahre 1818 kam einer starken Haselnuß gleich. . . . Später hat der treffliche Naturforscher Hermann Burmeister, welcher Brasilien ebenfalls genau kennt, eine kurze Übersicht über den Gegenstand gegeben: „In Brasilien", sagt er, „findet man Diamanten vorzüglich: 1) in der Gegend der Stadt Diamantina (Tijuca), 2) auf der südwestlichen Grenze von Minas und Goyaz. Diese Stellen bilden ein Hochland, das besonders aus Urthonschiefer, Itakolumitschiefer (bestehend aus Quarzkörnern, die durch Talk oder Chlorit verkittet sind) und Quarzschiefern besteht, von Flußbetten durchfurcht und an den Gehängen mit rotgelbem Lehm bedeckt ist. Die Gegenden sind öde und unfruchtbar, nur kurze Zeit, während des Regens, in Pflanzenpracht prangend. . . . Die Hauptlagerstätte der Diamanten ist das Bett der Flüsse, wo sie 10 bis 20 Fuß tief unter der obersten Lehm- und Geröllschicht liegen. In alten trocknen Flußbetten geht man mit einem offnen Graben, dessen Sohle das Diamantlager ist, vor und wirft den Schutt immer hinter sich; in wasserreichen Bach- oder Flußbetten gräbt man, nachdem man das Wasser seitwärts abgeleitet, oder man teilt das Bett der Länge nach durch einen Damm in zwei Hälften, beutet die rechte aus, während das Wasser in die linke fließt, läßt dann das Wasser rechts fließen, während man links gräbt. Nur Neger arbeiten. . . . Das Diamantlager besteht aus Gerollen, die offenbar aus den benachbarten Gebirgshöhen stammen; im ganzen ist es $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fuß mächtig, besteht aus lose übereinandergehäuften Quarzstücken nebst Eisenglanz, Magneteisenkrystallen, Turmalin, etwas Gold u. s. w. An einigen Stellen ist die Geröllmasse durch Eisenrost fest verbunden, so daß sie erst mit Gewalt zersprengt werden muß. . . . Das erste Auffinden der brasilianischen Diamanten geschah beim Goldwaschen. Man hielt sie aber anfangs nur für hübsche glänzende Steine, benutzte sie als Spielmarken; Bernardo da Silva Lobo kam im Jahre 1728 mit einer Anzahl solcher Marken nach Lissabon, wo sie der holländische Konsul zufällig sah und für Diamanten erklärte. Nun begann das Suchen nach Diamanten in Brasilien mit ungeheurem Eifer. Die Regierung legt hohe Abgaben auf jeden Diamantgräber und Strafen auf heimliches Graben. Von 1740 bis 1771 verpachtete die Regierung das Diamantengraben. Dann ließ die Regierung auf eigene Rechnung graben. Heutzutage steht es jedem frei, in Brasilien nach Diamanten oder Gold zu suchen, wenn er den Platz selber besitzt; auf

Staatseigentum bedarf er einer gekauften Erlaubnis und es werden ihm seine Grenzen abgesteckt. . . . Um die Diamanten aus dem Gerölle abzuscheiden, schlemmt man in Brasilien die Masse in Gefäßen, um die erdigen Teile zu entfernen, mit Wasser, sucht unter den zurückbleibenden Steinchen, sammelt endlich den am Boden bleibenden Goldstaub. Die ganze Arbeit wird von Sklaven verrichtet. Hat einer derselben einen Diamant gefunden, so klatscht er in die Hände; der Aufseher kommt herbei; der Stein wird auf einen Teller geworfen; was sich auf diesem den Tag über sammelt, wird abends in einen ledernen Beutel gebunden und dem Herrn der Wäsche überreicht."

Früher hat man in Brasilien keine Diamanten von bedeutender Größe gefunden, in neuer Zeit jedoch einige. So berichtet de Castelnau, französischer Konsul in Bahia, in einem Briefe vom 21. März 1853, daß zu Bagagem, Provinz Minas Geraës, von einer Negersklavin ein Diamant von 253½ Karat gefunden worden sei; man hatte auch in derselben Provinz einen von 120⅜ und einen andern von 107 Karat entdeckt.

Einzelne Diamanten hat man auch in Mexiko, in Georgia (Hall County), in Nord-Karolina und in Neuholland gefunden.

„Daß zur Zeit des römischen Kaisers Octavianus Augustus der Ural nebst Indien Diamanten lieferte, ersehen wir aus Dionysius Periegetes. Seit jener Zeit ist der Ural nicht mehr als Fundort dieses Kleinods genannt worden, bis Alexander v. Humboldt im Jahre 1829 den Ural bereiste und am europäischen Abhang desselben aus der Beschaffenheit des Erdreichs an der Bissersk, woselbst Goldwäscherei betrieben wurde, den Schluß zog*), daß man daselbst auch nach Diamanten suchen sollte. Man folgte seinem Rat und fand noch in selbigem Jahre deren 4; bis zum Jahr 1863 stieg die Zahl auf 71 Stück. Jetzt heißt dieser Fundort Adolphsk."

Während die Entdeckung der Diamanten in Australien, Nordamerika und am Ural bis jetzt auf dem Weltmarkte keinen Eindruck gemacht hat, so war die Entdeckung von Diamanten in Südafrika am Orangefluß und seinem Quellfluß, dem Vaalfluß, bestimmt, eine desto größere Revolution im Diamantenhandel hervorzubringen. Es war im Jahre 1867, erzählt Kleefeld, als der Straußenjäger O. Reilly in einer Farm nicht weit vom Orangefluß einkehrte und die Besitzer der Farm um ein

*) Ebenso hat Alexander v. Humboldt aus mineralogischen und geologischen Gründen das Vorkommen von Diamanten in Nordamerika vorhergesagt.

Nachtlager ansprach. Er fand die Frau und einen schon früher eingekehrten Wanderer, Namens Schalk v. Niekerk, damit beschäftigt, einen sonderbar geformten Stein, den die Kinder vom Ufer des Flusses mit nachhause gebracht hatten, und der ihnen seines Glanzes wegen auffiel, beim Schein eines dürftigen Talglichtes zu besichtigen. Auch O. Reilly sah ihn sich an, und alle drei meinten, ob dies nicht einer von den Edelsteinen sein könne, von denen die Offenbarung Johannis spräche. — Zuletzt kam man überein, den Stein dem O. Reilly mitzugeben, der ihn in der mehrere Tagereisen entfernten Stadt Grahamstown prüfen lassen, und womöglich zu hohem Preise verkaufen sollte, worauf man sich in den Erlös teilen wollte. — Folgenden Tages machte sich O. Reilly auf die beschwerliche Wanderung, und als er endlich Grahamstown erreicht hatte, wies man ihn an den praktischen Arzt Dr. Atherstone als den einzigen, der in dieser östlichen Provinz des Kaplandes mineralogische und geologische Kenntnisse hatte. Dr. Atherstone prüfte den Stein und erklärte ihn für einen Diamanten. Er wog 20 Karat und wurde für 500 Pfund Sterling verkauft.

Als dann im folgenden Jahre ein Hottentott einen 83 Karat schweren Diamant fand (derselbe wiegt nach dem Schnitt $44\frac{1}{2}$ Karat und ist unter dem Namen „Stern von Südafrika" für 200 000 Thaler zuletzt in den Besitz des Earl Dudley gekommen), da brach in der Kapkolonie das Diamantenfieber aus.

Die holländischen Bauern zogen zu Wagen mit Weib und Kind dem Orangefluß zu, nahmen Milchkühe und Schafherden mit und suchten Diamanten. Wenn nun damals schon ein Strom von Abenteurern sich zu ihnen gesellte, so hatte doch das gesunde Element das Übergewicht. Das Klima an dem bewaldeten Flusse war gesund, die Gegend schön und wildreich, die Lebensmittel waren billig. Dabei war die Arbeit eine bequeme und sehr lohnende. Man füllte einen Eimer mit Uferkies, wusch denselben aus und war ziemlich sicher, in 5 bis 6 Eimern einen Diamanten zu finden. Sobald ein etwas ansehnlicher Diamant gefunden war, wurde das Ereignis durch Freudenschüsse und Jauchzen verkündet, die Bewohner der benachbarten Zelte erschienen zum Gratulationsbesuch und wurden mit Speisen und Getränken bewirtet. Zuletzt mischten sich oft sehr weltliche Lieder mit den Psalmen der holländischen Bauern, und man konnte aus dem Grade, den die Heiterkeit erreichte, mit ziemlicher Sicherheit auf die Größe des gefundenen Diamanten schließen. Dabei wurden in der damaligen Zeit enorm hohe Preise bezahlt, weil man den Wert der Steine nicht kannte und bedeu-

Kronthaler. Später kaufte ihn Papst Julius II. für 20 000 Dukaten; jetzt wird er auf 1 Million Gulden geschätzt. — Der preußische Kronschatz enthält mehrere Diamanten, welche je auf 240 000 ℳ bis 270 000 ℳ geschätzt werden. — Ein Diamant des hannoverschen Kronschatzes, Cumberlandstein genannt, wird auf 360 000 ℳ geschätzt. — Der Diamant, welcher der Krone Frankreich gehört und „Pitt" oder „Regent". genannt wird, gilt für ganz fehlerfrei und unvergleichlich schön. Er wiegt 136¾ Karat, ist vom reinsten Wasser, als Brillant geschliffen, am Rand (der Rundiste) einen starken Zoll breit, stammt aus Ostindien, von wo ihn ein Engländer Namens Pitt im Jahre 1701 mitgebracht und für die Summe von 1 804 687 ℳ an Frankreich verkauft hat. Geschätzt wird er auf 4½ Millionen ℳ. Das Schleifen desselben hat 2 Jahre Zeit und 81 000 ℳ gekostet. Es wurde für 27 000 ℳ Diamantbord gebraucht, und die abgesprengten Stücke hatten noch einen Wert von 144 000 ℳ. Vorher hatte er 410 Karat gewogen.

Der berühmteste Diamant heutzutage ist im Besitze der Königin von England. Er führt den morgenländischen Namen „Kohinur", d. h. Berg des Lichts und ist jedenfalls derselbe Diamant, welchen Tavernier bei dem Großmogul gesehen und 280 Karat schwer befunden. Er gelangte später in die Hände des gewaltigen Nadir Schah von Persien, sodann an die Beherrscher von Kabul, wo ihn zuletzt Schah Schujah im Jahre 1812 besaß, als er gefangen und blind nach Kaschmir geführt wurde, während seine Gemahlin Bejum sich unter den Schutz des Beherrschers von Lahore, Runjit-Singh, flüchtete. Diesen gelüstete aber sehr nach dem Steine, und da ihn Bejum nicht hergab, so ließ er ihr plötzlich alle ihre Steine nebst anderen Kostbarkeiten mit Gewalt entreißen, und wie sich der gesuchte Diamant nicht vorfand, ließ er die Bejum einsperren, sie und ihr Gefolge fasten, entzog ihnen endlich selbst Wasser und Brot, und brachte es so weit, daß Bejum versprach, sie wolle den Stein beischaffen, wenn Runjit ihren Gemahl aus der Gefangenschaft befreie. Dies geschah nun zwar, aber Bejum lieferte dennoch den Stein erst aus, nachdem das erzwungene Fasten von neuem begonnen. Der Kohinur blieb nun, in einem Armband befestigt, zu Lahore, kam an den siebenjährigen Radscha Dalib-Singh, ward nach einer Empörung, die zu Lahore stattfand, von den Engländern, welche sie dämpften, für gute Beute erklärt und der Königin von England zugesendet. Es war am 3. Juni des Jahres 1850, als der Präsident der Ostindischen Compagnie diesen herrlichen Stein der Königin überreichte und dann im britischen Schatze niederlegte. Im Jahre 1851 war der Kohinur zu London im

Glaspalast zur allgemeinen Ansicht ausgestellt und wog 168 Karat. Man tadelte, daß seine Form nicht schön, sein Glanz nur gering sei. Er ward darauf dem Kronjuwelier Garrand zu London übergeben, welcher ihn in Amsterdam von Fedder & Voorganger ganz neu bearbeiten ließ. So bekam er die Form eines ovalen Brillanten, hat nun nur 122 Karat, aber einen prachtvollen Glanz und zeigt das schönste Wasser.

Die portugiesische Krone besitzt einen Diamanten von 138½ Karat. — Die Familie Carneiro Loão in Rio besaß ums Jahr 1861 für 7 Millionen Thaler Diamantschmuck. Der größte und schönste der bis jetzt gefundenen brasilianischen Diamanten heißt „Südstern", ward im Jahre 1853 (wie schon oben erwähnt ist) bei Bagagem in der Provinz Minas Geraës von einer Negerin gefunden, welche dafür die Freiheit erhielt. Nach Dufrenoys Angabe hatte er ursprünglich 253½ Karat. Im Jahre 1855 war er in dem Besitz des Banquiers Halphen zu Paris, wurde in Amsterdam von Coster geschliffen, was 2 Monate dauerte und sein Gewicht um 124 Karat verminderte. Jetzt zeigt er Klarheit, Glanz und Farbenspiel in höchster Pracht. Seine Länge beträgt 1⅓ Zoll, die Breite 1⅛ Zoll, die Dicke ¾ Zoll. Man schätzt seinen Wert auf 1 Million Thaler. — Banquier Hope zu Amsterdam besitzt als große Seltenheit einen schönen blauen Diamant von 77 Karat, und im Grünen Gewölbe zu Dresden befindet sich ein prachtvoll grüner.

Die meisten Diamanten werden zu Schmuck verbraucht; viele kleine und unansehnliche werden in Pulver verwandelt, um jene zu schleifen; viele kleine werden in ihrer ursprünglichen Gestalt vom Glaser zum Glasschneiden gebraucht. Der Stein steckt zu diesem Zweck in der Mündung eines eisernen, mit Zinn ausgegossenen Röhrchens, und guckt aus dessen enger Öffnung mit einer Ecke hervor. Die Ecke sowohl als die Kante, mit welcher er schneidet, sieht ganz stumpf aus, der Glaser muß die Richtung, in welcher er den Stein beim Schneiden aufzusetzen hat, ganz genau kennen; er führt ihn dann an einem Lineal hin, ganz leise drückend, bewirkt auf der Oberfläche des Glases einen kaum sichtbaren Ritz, aber von diesem aus geht tief ins Glas ein Spalt, und nach dessen Richtung bricht es beim leisesten Druck durch. Es scheint, als ob die Wirkung eben darin läge, daß die schneidende Kante stumpf ist; sie drängt dadurch das Glas links und rechts seitwärts und veranlaßt so den Spalt. Mit einer künstlich scharf geschliffenen Spitze oder Kante des Diamanten kann man leicht tief ins Glas schneiden, aber es bricht dann unter dem Schnitte kaum leichter als an unverletzten Stellen.

Schleift man einen Diamanten oder einen andern harten Stein so, daß eine seiner Ecken nebst Kante denen eines guten Glaser-Diamanten gleich geformt ist, so thun sie auch dieselben Dienste. Der Glaser-Diamant kann 10—20 Jahre lang unaufhörlich in Gebrauch sein, ehe er den Dienst versagt. Geschieht das endlich doch, so schmilzt der Glaser das Zinn, nimmt den Stein heraus, setzt ihn anders ein, versucht, ob eine andere Kante schneidet, und schafft einen neuen Stein an, wenn der alte nicht mehr zu brauchen ist. Für Uhren giebt der Diamant die besten Zapfenlager; zu Halsbändern bestimmte Granaten werden mit Diamanten durchbohrt. Diamantstücke können so fein zugespitzt werden, daß man mit ihrer Hilfe für Mikroskope die Mikrometer machen kann, wo der Raum einer französischen Linie regelmäßig in 4000 Teilstriche geteilt ist. — Der Gebrauch des Glaser-Diamanten war den alten Griechen und Römern unbekannt; dagegen bedienten sie sich wie wir der feinen Diamantsplitter, um damit in die härtesten anderen Steine zu schneiden.

Ein ungeübtes Auge kann den geschliffenen Diamanten leicht mit anderen wasserklaren oder schwach gefärbten Schmucksteinen verwechseln; am täuschendsten wird der wasserklare jetzt in Paris aus Straß nachgemacht, man giebt ihm genau die richtige Schwere und fast auch den richtigen Glanz nebst Farbenspiel.

Der **Graphit**, in England Schwarzblei, bei uns auch Reißblei genannt, kommt nur selten krystallisiert vor, und dann bildet er kleine sechsseitige Tafeln oder kurze Säulen; meist tritt er in blätterigen, schuppigen oder dichten Massen auf. Seine Härte ist sehr gering (H = 0,5 — 1), er ist weich wie Talk oder noch weicher, mild, abfärbend, und schlüpfrig anzufühlen. Die Farbe ist dunkelgrau, der Glanz Metallglanz; dabei ist er undurchsichtig. Sein Gewicht ist 1,8 — 2,2. Der Graphit ist ferner ein guter Leiter der Elektricität, unschmelzbar und sehr schwer verbrennlich; er verbrennt noch schwerer als der Diamant. „Vor dem Lötrohr", sagt Lenz, „habe ich kleine Stückchen Graphit, ebenso wie beim Diamant angegeben, auf Platindraht verbrannt, es dauerte aber jedesmal 2 bis 3 Minuten länger." Von Säuren wird der Graphit nicht angegriffen. Er besteht in der Hauptsache aus Kohlenstoff und findet sich lager- oder nesterweise, auch eingesprengt, meist im Gneiß, Urkalk, Urthonschiefer.

In Europa wurde zuerst der Graphit (mit 87 Prozent Kohlenstoff) von Borrowdale in Cumberland (in der Mitte des 16. Jahrhunderts entdeckt) bekannt. Die Gruben sind jetzt erschöpft. Sehr reiner und großblätteriger Graphit (99,9 Prozent Kohlenstoff) kommt in New-Jersey

und in Kanada vor; ferner sind sehr geschätzt der blätterige Graphit aus Ceylon (99 Prozent Kohlenstoff), der feinkörnige schwedische aus Angermannland (87 Prozent Kohlenstoff), sowie der Alibert-Graphit, welcher im Jahre 1847 in Ostsibirien von dem sibirischen Kaufmann J. P. Alibert entdeckt wurde. In Sibirien kommt auch im Gouvernement Jenisseisk (Sidoroffsche Gruben) dichter und ziemlich reiner Graphit vor. Über die Graphitgruben in Ostsibirien sei noch Folgendes bemerkt: Alibert kam auf einer Geschäftsreise im Osten Sibiriens in die dortige Gebirgsgegend, teilweise in der Absicht, Gold aufzusuchen. Während er nun an den Ufern der Flüsse Oka, Belloi, Kitri und Irkutsk den Sand durchforschte, stieß er zufällig in der Nähe von Irkutsk in einer der Gebirgsschluchten dieser Gegenden auf Fragmente von reinem Graphit. Alibert kannte die Wichtigkeit eines solchen Materials und stellte deshalb mit Hilfe eines Eingeborenen genaue Untersuchungen an, bis er nach vieler Mühe und Arbeit endlich im Jahre 1874 die Überzeugung gewann, daß in einem Zweige des Sajanskischen Gebirges auf der Höhe des Felsengebirges Batougol in einer Erhebung von 2241 m über dem Meere und 50 Meilen westlich von der Stadt Irkutsk, nahe an der Grenze von China, ein Lager von Graphit vorhanden sein müsse. Er machte sich sofort an die Arbeit, eine Mine anzulegen. Nachdem er zuerst Massen von schlechtem Graphit und mehr als 300 Tonnen Granit weggeräumt hatte, öffnete sich ihm ein Lager von ausgezeichnetem, reinen Graphit, aus welchem Stücke gewonnen wurden, von denen einige bis 180 Pfund wogen. Der Weg nach den Graphitgruben, die im Gebiete der noch heidnischen (dem Schamanentum ergebenen) Sojoten liegen, führt über weite moorige Hochebenen, die sich allmählich immer mehr erheben. Anfänglich tragen dieselben außer Moosen und Flechten noch ziemlich häufig mancherlei Sträucher. Höher hinauf aber bedecken nur spärliche Moose und Flechten den kalten Moorboden. Kein hervorragender Gegenstand unterbricht das traurige Einerlei, nur hier und dort erhebt sich in weiten Zwischenräumen ein hölzernes Kreuz, das zur Bezeichnung des Weges nach dem Bergwerke aufgerichtet ist. Endlich erreicht der Reisende eine Hütte, die ihm Unterkommen gewährt; von da führt ein nur klafterbreiter Weg durch Gehölz von Zirbelkiefern nach dem noch 12 Werst entfernten Graphitwerk.

Das Hauptvorkommen des Graphit stellt einen 2 m mächtigen Gang dar, welcher mit steilem Einfallen Granit-Syenit aufsetzt. Mit der Tiefe, wo körniger Kalk erscheint, soll die Mächtigkeit der Lagerstätte zunehmen und zugleich das Mineral von besonderer Reinheit sein. Auch in Linsen, dem Kalkstein eingelagert, erscheint der Graphit am Alibertberge. Die

Masse des allein in dem Hauptgange enthaltenen Graphits wird auf mehrere Hunderttausend Pud (zu 40 Pfund) geschätzt. Der größte Übelstand ist nur die weite Entfernung von Europa und die Schwierigkeit des Transportes. Nur im Winter, wenn Schnee und Eis die Wildnisse wegsam machen, Abgründe füllen, Flüsse überbrücken, ist der Transport der Graphitblöcke möglich. Bei Golumet, in einer Entfernung von 28 Meilen, wird die Ebene und die Straße erreicht. Über Krasnojarsk und Tomsk wandert der Graphitblock dann tausend Meilen weit in die schon seit hundert Jahren bestehende und weltberühmte Bleistiftfabrik von A. W. Faber (gegenwärtiger Besitzer Lothar v. Faber) in Stein bei Nürnberg, in Gemäßheit eines Vertrages, welchen dieselbe mit Alibert 1856 abgeschlossen hat. Auf den letzten Industrieausstellungen in London und Paris bildete der sibirische Graphit eine Hauptzierde der gesamten Mineralausstellung und gewährte für manche Beschauer wohl ebenso viel Interesse als die ausgestellten Diamanten. Die ausgelegten Graphitproben haben an Masse und Reinheit alles übertroffen, was bisher von diesem wertvollen Material in Sammlungen vorgekommen sein dürfte; auch die künstliche Behandlung (es war unter anderm eine Büste des russischen Kaisers und verschiedene große Medaillons in Graphit ausgestellt) wie die geschmackvolle Anordnung des vorhandenen Materials hatten dasselbe zu einem der anziehendsten Teile der Ausstellung gemacht.

In Deutschland sind die Graphitgruben bei Passau schon seit Jahrhunderten im Betriebe. Der Graphit kommt dort mit Kaolin oder Porzellanerde im verwitterten Gneiß vor, ist ziemlich unrein und dient hauptsächlich zur Fabrikation von Schmelztiegeln (Passauer Schmelztiegel). Die wichtigsten Gewinnungsorte sind bei Leitzesberg (hier schon seit 4 bis 500 Jahren) zu Pfaffenreut (wo seit ungefähr 1730 Graphit gegraben wird), zu Germannsdorf, Haasdorf, Haar, Hierzing, Erzdorf. Die Eigentümer der Gruben sind gewöhnliche Bauern, welche den Graphit Dagl oder auch Tachel nennen. Die Graphitproduktion der Passauer Gegend betrug im Jahre 1868 in 36 Gruben 15 960 Zentner und gab 216 Arbeitern Beschäftigung. Der Zentner kostet dort 3—9 Gulden.

In Österreich sind am wichtigsten die Graphitlager im nördlichen Böhmen (Schwarzbach und Mugrau bei Krumau); ferner sind zu erwähnen die mährischen Graphitvorkommen (bei Hafnerluden und Pomic), die steirischen (bei Kaisersberg) und die niederösterreichischen (Lichtenau, Raabs). Die Produktion der österreichischen Graphitgruben erfreut sich eines steten Wachsens und man kann sie im Durchschnitt auf über 400 000 Zentner veranschlagen. Der Hauptabsatz des österreichischen, besonders

des böhmischen Graphits ist England; sehr wenig wird im Lande selbst verbraucht.

Graphit findet sich auch in Mexiko, Kalifornien und in Neu-Seeland. Die wichtigste Lagerstätte in Kalifornien liegt etwa $1\frac{1}{2}$ Meile von Sonora. In einer Tiefe von 40 Fuß trifft man den Graphit sehr rein, so daß er in großen Blöcken abgebaut werden kann, die nur geringer Reinigung bedürfen. Bis zu 60 Fuß Tiefe findet man ganz reinen Graphit, der sich durch eine solche Härte auszeichnet, daß man ihn schleifen und bis zu einem hohen Grade polieren kann. Die reichen und vorzüglichen Graphitlager zu Pakawau auf Neu-Seeland wurden 1861 durch die Gebrüder Curtis entdeckt.

Bemerkenswert ist es, daß der Graphit in den Glimmer führenden Gesteinen (wie im Glimmerschiefer bei Elterlein und Schwarzenberg in Sachsen) zuweilen so häufig auftritt, daß er sogar den Glimmer verdrängt. Anderseits ist aber auch zu erwähnen, daß am Col du Chardonnet bei Briançon ein Graphitlager von Pflanzenabdrücken begleitet wird, so daß Dufrenoy den Graphit für durch Feuer veränderte Kohle ansieht. Endlich hat man auch Graphit im Meteoreisen gefunden.

Die feinkörnigen Graphite dienen zur Fabrikation der sogenannten Bleistifte, die blätterigen hauptsächlich zur Anfertigung von Schmelztigeln. Die ersten Bleistifte wurden aus dem Cumberland-Graphit verfertigt, so daß die Bleistiftfabrikation ihren Ursprung den Engländern zu verdanken hat. Man zerschnitt den rohen Graphit mit einer Säge in entsprechende Stückchen, die ohne weiteres Zuthun in Holz gefaßt wurden. Seit Anfang dieses Jahrhunderts sind die künstlichen Bleistifte im Gebrauch, welche durch Pressen eines Teiges von Graphit und feinem Thon geformt und dann gebrannt werden. Die Menge des Thonzusatzes sowohl wie die Stärke des Glühens bedingt die verschiedenen Härtegrade. Das braune, weiche, wohlriechende Holz, welches zur Fassung der besseren Bleistiftsorten dient, kommt vom virginischen Sadebaum (Sabina virginiana), einem aus Nordamerika stammenden Nadelstrauche, der auch in Deutschland gut gedeiht.

Der Graphit wird ferner zur Anfertigung feuerfester Thonwaren, als Anstrich für Eisen (Ofenschwärze), zum Leitendmachen von schlechtleitenden Modellen in der Galvanoplastik angewendet. Fein gepulverter Graphit ist auch ein vortreffliches, nie zäh werdendes Mittel, bei Maschinen die Reibung von Holz gegen Holz oder Metall gegen Metall zu mildern, wobei er jedoch nicht mit Öl gemischt werden darf.

Der Graphit ist seit der Auffindung der berühmten Graphitgruben

zu Borrowdale in Cumberland, die zwischen 1540 und 1560 erfolgte, bekannt; allein seine chemische Natur ist erst viel später entdeckt worden. Allgemein war die Ansicht verbreitet, daß das Reißblei Blei enthalte, weil der Strich desselben auf Papier oder Pergament grau war und, wenn derselbe schärfer geführt wurde, Metallglanz hatte. Ebendies hatte wohl auch auf die Vermutung geführt, daß sich im Graphit Blei von eigentümlicher Beschaffenheit befinde, ein Blei, welches nicht so schwer als das eigentliche und nicht schmelzbar sei. Die Verwirrung in dieser Beziehung dauerte fort, bis endlich der berühmte Chemiker Carl Wilhelm Scheele im Jahre 1778 zeigte, daß der Graphit mineralischer Kohlenstoff sei.

II. Klasse. Erze.

Die Erze sind chemische Verbindungen der Schwermetalle. Sie haben teils metallisches, teils nichtmetallisches Ansehen, meist gefärbten Strich und hohes Gewicht. Sie werden vorzugsweise zur Ausbringung der Metalle Silber, Quecksilber, Eisen, Kupfer, Blei, Zinn, Zink, Kobalt und Nickel benutzt. Nach ihrer Zusammensetzung unterscheidet man Schwefel-Erze (sulfidische Erze), Sauerstoff-Erze (oxydische Erze) und Salz-Erze (salinische Erze).

1. Ordnung. Schwefel-Erze, sulfidische Erze.

Die Schwefel-Erze sind Verbindungen der Schwermetalle mit Schwefel oder mit Selen, Tellur oder Arsen. Sie geben sich beim Erhitzen durch einen Geruch nach schwefeliger Säure, die arsenhaltigen durch einen knoblauchartigen Geruch zu erkennen. Auf Kohle erhitzt geben die Tellur, Arsen und Antimon enthaltenden Erze weiße Beschläge. Die Schwefel-Erze lassen sich in drei Gruppen einteilen, in Kiese, Glanze und Blenden.

a. Gruppe der Kiese.

Die Kiese besitzen ein vollkommen metallisches Ansehen und verschiedene Farben, nur sind sie nicht bleigrau oder schwarz gefärbt, dagegen ist ihr Strich stets dunkel bis schwarz; hierdurch, sowie durch ihre Härte (H = 3—6) unterscheiden sie sich von den Metallen. Durch Ausglühen an der Luft (Rösten) werden ihre flüchtigen Bestandteile (Schwefel, Arsen) vertrieben und so die in ihnen enthaltenen Metalle gewonnen. Die wichtigsten hierher gehörigen Mineralien sind der Eisenkies, Strahlkies, Magnetkies, Kupferkies, Buntkupfer-

kies, Zinnkies, Speiskobalt, Glanzkobalt, Rotnickelkies, Weißnickelkies, Nickelarsenkies, Arsenkies und Arsenikalkies.

Der **Eisenkies** (oder Pyrit, vielfach auch Schwefelkies genannt) kommt häufig in Hexaëdern (Würfeln), Oktaëdern, Pentagondodekaëdern (Pyritoëdern, Fünfeckzwölfflächnern) und in vielen Kombinationen dieser Formen krystallisiert vor. Die Krystalle sind teils einzeln eingewachsen, teils in Drusen oder zu mancherlei Gruppen vereinigt. Zuweilen kommen auch Zwillinge vor, welche aus zwei Pentagondodekaëdern, die sich gegenseitig durchdrungen haben, oder aus zwei Würfeln bestehen, von denen die Ecken des einen als dreiseitige Pyramiden aus den Flächen des andern hervortreten. Durch Umwandelung des Eisenkieses mit Beibehaltung der äußern Form entstehen Pseudomorphosen in Brauneisenerz, manchmal auch in Roteisenerz. Endlich findet sich der Eisenkies auch kugelig, traubig, nierenförmig, knollig, eingesprengt z. B. auch in Steinkohlen, wie als Vererzungsmittel organischer Überreste. Seine Farbe ist speisgelb (wie Glockenspeise, eine Mischung [Legierung] von Kupfer und Zinn, aus welcher die Glocken gegossen werden), auch messinggelb bis fast goldgelb, oft braun, seltener bunt angelaufen. Seine Spaltbarkeit ist sehr unvollkommen, das Strichpulver schwärzlich. Er steht auf der sechsten Härtestufe ($H = 6 - 6{,}5$) und sein Gewicht ist 5. Am Stahl giebt er reichlich Funken und riecht dabei nach Schwefel. Der Eisenkies besteht aus Eisen (46,7 Prozent) und Schwefel (53,3 Prozent), nicht selten enthält er etwas Kupfer, Kobalt und Arsen, zuweilen auch etwas Gold oder Silber. Vor dem Lötrohr auf Kohle geglüht, giebt er den Geruch brennenden Schwefels, schmilzt leicht zu einer Kugel, die spröde ist, eine eisengraue, mit Körnchen übersäte Oberfläche hat und vom Magnet angezogen wird; vorher hat der Magnet keine Wirkung. Befeuchtet man die Kugel mit Salzsäure und glüht sie nochmals im Flammensaume, so färbt sie diesen weder grün noch blau. Kocht man Eisenkies gepulvert mit Salpetersäure, so wird er zersetzt, aber man bekommt keine himmelblaue Flüssigkeit, auch nicht, wenn man viel Ammoniak zusetzt. Salzsäure greift ihn fast gar nicht an.

Der Eisenkies ist eins der verbreitetsten metallischen Mineralien. Von den zahlreichen Fundorten mögen hier nur die folgenden, durch schöne Krystalle berühmten, Erwähnung finden; es sind dies Freiberg, Potschappel bei Dresden (Hexaëder), Dillenburg in Hessen-Nassau (Pentagondodekaëder), Großalmerode in Hessen, Blotho bei Preußisch-Minden, Traversella in Piemont, Rio auf der Insel Elba, Waldenstein in Kärnten,

Arendal in Norwegen, Falun in Schweden. Sehr große Massen vo
Pyrit kommen z. B. in den Karpathen vor.

Der Eisenkies dient zur Darstellung von Schwefelsäure, Eisenvitrio
(schwefelsaurem Eisen) und Schwefel. Eisenkieshaltiger Thonschiefe
(Alaunschiefer) wird zur Alaunfabrikation verwendet. Zur Gewinnun
von Eisen kann er, seines Eisenreichtums ungeachtet, wegen seines Schwefel
nicht benutzt werden, man muß ihn vielmehr von Eisenerzen sorgfälti
fernhalten, denn Eisen, welches über 0,05 Prozent Schwefel enthält, ist ro
brüchig, d. h. es bekommt, wenn es in der Rotglühhitze geschmiedet wird
Risse. Bei der Gewinnung von Schwefelsäure und Schwefel bleibe
Rückstände, welche als rote und gelbe Farben — der rote auch al
Putz- und Poliermittel — verwendet werden. Der goldhaltige Eisenkie
wird auf Gold verarbeitet. Früher diente Eisenkies auch als Flintenstei
(Büchsenstein). Die Alten schrieben geschliffenen Eisen- und Arsenkiese
medizinische und magische Wirkungen zu.

Die Entdeckung der Darstellung der Schwefelsäure (welche frühe
nur durch Oxydation des sizilianischen Schwefels gewonnen wurde) au
den Kiesen, zumal aus dem Eisenkies, verdankt die Industrie dem Köni
Ferdinand II. von Neapel. Im Jahre 1838 erteilte nämlich diese
Fürst einer französischen Gesellschaft gegen eine sehr hohe Entschädigun
ein Monopol der Schwefelausfuhr. Die unmittelbare Folge war ein
außerordentliche Steigerung des Schwefelpreises und eine unabsehbar
Kalamität für weite Gebiete der Industrie, wenn es nicht gelang, au
den Kiesen mit Vorteil die Schwefelsäure darzustellen und so Europ
von Sicilien unabhängig zu machen. Es gelang dies auch so vollständig
daß jetzt $^7/_8$ der von der gesamten Industrie gebrauchten Schwefelsäur
aus Kiesen und nur $^1/_8$ aus sicilianischem Schwefel erzeugt wird. So
siegen Unternehmungsgeist und Einsicht selbst mit ärmeren Gaben de
Natur über Beschränktheit und Willkür, wenn dieser auch die größte
natürlichen Schätze zu Gebote stehen.

Der **Strahlkies** (Markasit, Speerkies, Kammkies, Wasserkies,
Leberkies) ist dem Eisenkies sehr ähnlich und hat dieselben Bestandteile
(Eisen und Schwefel). Seine Farbe ist aber grau- oder grünlich-speisgelb,
das Strichpulver grünlich-grau und seine Krystalle, die entweder tafelartig
oder schmal-säulenförmig oder pyramidal erscheinen, gehören dem rhom-
bischen Krystallsysteme an. Durch wiederholte Zwillingsbildung entstehen
speer- oder kammförmige Formen (Speerkies, Kammkies). Kugelige, trau-
bige, nierenförmige, stalaktitische, knollige Formen sind ebenfalls nicht
selten. Faserige und dichte Abänderungen heißen Strahlkies und Leber-

kies. Wie der Eisenkies, so kommt auch er eingesprengt, besonders in Stein- und Braunkohlen und jüngeren Sedimentgesteinen, und als Vererzungsmittel von Tier- und Pflanzenresten (Schnecken, Muscheln) vor. Er verwittert leicht zu Eisenvitriol und Schwefelsäure. — Der Strahlkies ist nicht selten. Schöne Strahlkieskrystalle finden sich bei Freiberg, Johanngeorgenstadt und Joachimsthal im Erzgebirge, bei Klausthal, Andreasberg und Goslar am Harz, bei Littmitz und Przibram in Böhmen, bei Schemnitz in Ungarn, Derbyshire in England, wie auch im Kreidemergel von Misdroy auf Wollin. — Seine Verwendung ist gleich der des Eisenkieses. — Die rhombische Krystallisation des Strahlkieses hat Hauy im Jahre 1814 erkannt und ihn vom Eisenkies getrennt.

Der **Magnetkies** (Pyrrhotin) krystallisiert in hexagonalen Tafeln, aber Krystalle sind selten; meist bildet er schalige, körnige oder dichte Massen. Seine Farbe, die zwischen speisgelb und kupferrot in der Mitte steht und an der Luft schnell tombackbraun anläuft, kann man etwa als bronzegelb bezeichnen. Frische Flächen glänzen stark metallisch, werden aber an der Luft matt. Seine Härte ist 3,5 — 4,5, sein Gewicht 4,5 — 4,7. Er ist magnetisch, auch ehe er geglüht wird, und besteht aus 60,5 Prozent Eisen und 39,5 Prozent Schwefel; viele Magnetkiese enthalten auch etwas Nickel (bis zu 5,6 Prozent). Vor dem Lötrohr schmilzt er wie Eisenkies und Strahlkies und in Salzsäure löst er sich auf, wobei Schwefelwasserstoff entwickelt und Schwefel abgeschieden wird. — Der Magnetkies ist nicht so häufig, wie die vorgenannten Kiese. Bemerkenswerte Fundorte sind Kupferberg in Schlesien, Bodenmais in Baiern, Breitenbrunn bei Schwarzenberg im Erzgebirge, Waldenstein in Kärnten (hier bis 2 cm hohe Krystalle), Andreasberg am Harz. Bemerkenswert erscheint es auch, daß er in Meteorsteinen gefunden worden ist.

Der **Kupferkies** (Chalkopyrit) kommt selten in größeren und deutlichen tetragonalen Krystallen vor, meist findet er sich in derben Massen oder eingesprengt in Gesteinen, bisweilen auch knollig, nierenförmig oder traubig. Er ist messinggelb oder goldgelb, dabei oft grau oder bunt angelaufen; sein Strich ist grünlich-schwarz. Sein Gewicht ist 4,2, seine Härte 3,5 — 4; am Stahle giebt er keine Funken. Er besteht aus 34,57 Prozent Kupfer, 30,54 Prozent Eisen, 34,89 Prozent Schwefel. In einer Glasröhre geglüht, die auf beiden Seiten offen ist, zerspringt er, wird schwarz und giebt den Geruch von brennendem Schwefel. Bringt man die ausgeglühten Stückchen in die Lötrohrflamme, so schmelzen sie auf Kohle leicht zur glatten, grauen Kugel, die wegen ihres Eisengehalts vom Magnet angezogen wird. In warmer Salpeter-

tend überschätzte; es wurden also schnell große Summen erworben, und Jagden und Feste brachten erwünschte Abwechselung in die Arbeit. Diese Idylle nahm aber im Jahre 1871 ein plötzliches Ende. Um diese Zeit wurden die ersten Nachrichten über die Auktionen der Kapdiamanten in London in der Kapkolonie bekannt und machten die Illusionen über den hohen Wert zunichte; da alle Welt in Diamanten spekuliert hatte und jeder bedeutende Verluste erlitt, so waren die Tage der Feste vorüber.

Gleichzeitig hatte man die Entdeckung gemacht, daß meilenweit von den Flußufern auf der baumlosen staubigen Hochebene die Diamantenlager viel reicher und ergiebiger seien als am Flusse, und zugleich erschienen massenhaft die Diamantensucher aus Europa und Amerika, so daß bald der Revolver und die Lynchjustiz die bisherige Harmlosigkeit verdrängten. Jetzt haben die Diamantengräber ein keineswegs beneidenswertes Dasein. — Die Kapdiamanten sind gelbliche und werden auf den sehr ergiebigen Diamantfeldern am Vaalfluße gewonnen. Auf der Wiener Weltausstellung (im Jahre 1873) waren 20 Modelle der großen bis dahin aufgefundenen Kapdiamanten von 30 bis 145 Karat zu sehen. Die österreichischen Juweliere Kobeck und Aegidi hatten den Kapdiamant „Stewart" ausgestellt. Derselbe wog $288\frac{3}{8}$ Karat, war als Triakisoktaëder krystallisiert, von gelblicher Farbe, hatte einen seichten Sprung und schwarze Flecken an der Oberfläche. Sein Preis war mit 375 000 Gulden notiert.

Über Diamanten, welche wegen ausgezeichneter Schönheit bewundert worden sind oder noch bewundert werden, mögen hier folgende Angaben Platz finden. Der größte aller Diamantenhändler ist wohl Jean Baptiste Tavernier, Sohn eines Pariser Landkartenhändlers, gewesen, welcher im 17. Jahrhundert während 40 Jahren sechs Reisen nach der Türkei, Persien und Ostindien machte, auf der siebenten aber im Jahr 1689 zu Moskau starb. Das Buch, in welchem er seine sechs Reisen beschrieben, ist sehr belehrend. Den großen Diamanten des Großmoguls sah und wog er und fand ihn 280 Karat schwer. Ursprünglich hatte derselbe, wie Tavernier hinzufügt, $787\frac{1}{2}$ Karat gehabt, war aber von dem Venetianer Hortensio Borgis, der ihn in Form einer Rose schliff, so verkleinert worden. Schleiferlohn bekam Borgis nicht, im Gegentheil nahm ihm der Großmogul, unter dem Vorwand, daß er den Stein zu sehr verkleinert, sein ganzes, 10 000 Rupien (120 314 ℳ) betragendes Vermögen. Der Stein stammte von Golkonda. Einen andern großen Diamanten sah Tavernier im Jahr 1642 zu Golkonda, fand ihn $246\frac{5}{16}$ Karat schwer, bot auf ihn 400 000 Rupien (4 812 499 ℳ),

bekam ihn jedoch nicht, da der Besitzer 500 000 Rupien (6 015 625 ℳ) forderte. — — Der Radscha von Mattan auf Borneo besitzt in unserer Zeit einen birnförmigen, 367 Karat wiegenden Diamanten vom reinsten Wasser; er wurde vor etwa 100 Jahren bei Landak gefunden. — — Im persischen Kronschatz befindet sich ein als dicker Tafelstein geschnittener Diamant von 252 Karat; ein anderer ihm ähnlich geschnittener hat 162 Karat. Daselbst sah der englische Diplomat Eastwick auch im Jahr 1862 eine Säbelscheide, welche dicht mit Diamanten bedeckt ist, deren kleinster so groß war wie der Fingernagel eines Mannes. — Der türkische Sultan besitzt einen von 147 Karat. — Der russische Kronschatz enthält an der Spitze des Scepters einen ostindischen Diamanten vom reinsten Wasser, halbkugelig geschliffen, an der Unterseite roh gelassen, einen guten Zoll breit, 194¾ Karat schwer. Er führt den Namen „Orlow" und stammt aus den alten Gruben Indiens. Früher soll er eines der Augen der berühmten Statue des Sherigan im Tempel des Brahma gebildet haben. Später fand er sich mit noch einem großen Diamanten im Thronsessel des Schah Nadir in Persien. Als dieser ermordet wurde, entwendete ihn ein französischer Grenadier, der dort Dienste genommen hatte, floh damit nach Malabar und verkaufte ihn dort an einen Schiffskapitän für 42 000 ℳ, der ihn für 252 000 ℳ an einen Juden überließ. Dieser verkaufte ihn um einen bedeutend höhern Preis an den armenischen Kaufmann Schafras, von dem ihn der russische Graf Orlow für die Kaiserin Katharina II. im Jahre 1775 zu Amsterdam für 450,000 Rubel, einen Jahresgehalt von 2000 Rubel und einen Adelsbrief erwarb. Ein der russischen Krone gehöriger, 86 Karat schwerer ist vom reinsten Wasser. Vom persischen Prinzen Cosrhoës hat der russische Kronschatz einen Diamanten geschenkt bekommen, welcher 1 Zoll 5½ Lin. lang, 8 breit und nur zum Teil geschliffen ist. Ferner ist im Jahre 1830 der schöne Diamant Sancy, welcher früherhin der französischen Krone gehört hatte, der russischen für 500 000 Francs verkauft worden. Derselbe hat 106 Karat und ist als Doppel-Rosette geschliffen. Er soll im Besitz Karls des Kühnen gewesen sein, kam jedenfalls um das Jahr 1589 in die Hände des französischen Grafen Sancy, gehörte später Ludwig dem Vierzehnten, verschwand bei der Revolution 1789 und kam zu Napoleon des Ersten Zeit wieder zum Vorschein. Der österreichische Kronschatz enthält einen schön geschnittenen, ins Gelbliche spielenden Diamanten von 139½ Karat. Derselbe wurde im Jahre 1477 Karl dem Kühnen, als dieser in der Schlacht bei Nancy getötet war, abgenommen; ein Soldat fand ihn nämlich in dessen Helm und verkaufte ihn für einen

Kronthaler. Später kaufte ihn Papst Julius II. für 20 000 Dukaten; jetzt wird er auf 1 Million Gulden geschätzt. — Der preußische Kronschatz enthält mehrere Diamanten, welche je auf 240 000 ℳ bis 270 000 ℳ geschätzt werden. — Ein Diamant des hannoverschen Kronschatzes, Cumberlandstein genannt, wird auf 360 000 ℳ geschätzt. — Der Diamant, welcher der Krone Frankreich gehört und „Pitt" oder „Regent" genannt wird, gilt für ganz fehlerfrei und unvergleichlich schön. Er wiegt 136¾ Karat, ist vom reinsten Wasser, als Brillant geschliffen, am Rand (der Rundiste) einen starken Zoll breit, stammt aus Ostindien, von wo ihn ein Engländer Namens Pitt im Jahre 1701 mitgebracht und für die Summe von 1 804 687 ℳ an Frankreich verkauft hat. Geschätzt wird er auf 4½ Millionen ℳ. Das Schleifen desselben hat 2 Jahre Zeit und 81 000 ℳ gekostet. Es wurde für 27 000 ℳ Diamantbord gebraucht, und die abgesprengten Stücke hatten noch einen Wert von 144 000 ℳ. Vorher hatte er 410 Karat gewogen.

Der berühmteste Diamant heutzutage ist im Besitze der Königin von England. Er führt den morgenländischen Namen „Kohinur", d. h. Berg des Lichts und ist jedenfalls derselbe Diamant, welchen Tavernier bei dem Großmogul gesehen und 280 Karat schwer befunden. Er gelangte später in die Hände des gewaltigen Nadir Schah von Persien, sodann an die Beherrscher von Kabul, wo ihn zuletzt Schah Schujah im Jahre 1812 besaß, als er gefangen und blind nach Kaschmir geführt wurde, während seine Gemahlin Bejum sich unter den Schutz des Beherrschers von Lahore, Runjit-Singh, flüchtete. Diesen gelüstete aber sehr nach dem Steine, und da ihn Bejum nicht hergab, so ließ er ihr plötzlich alle ihre Steine nebst anderen Kostbarkeiten mit Gewalt entreißen, und wie sich der gesuchte Diamant nicht vorfand, ließ er die Bejum einsperren, sie und ihr Gefolge fasten, entzog ihnen endlich selbst Wasser und Brot, und brachte es so weit, daß Bejum versprach, sie wolle den Stein beischaffen, wenn Runjit ihren Gemahl aus der Gefangenschaft befreie. Dies geschah nun zwar, aber Bejum lieferte dennoch den Stein erst aus, nachdem das erzwungene Fasten von neuem begonnen. Der Kohinur blieb nun, in einem Armband befestigt, zu Lahore, kam an den siebenjährigen Radscha Dalib-Singh, ward nach einer Empörung, die zu Lahore stattfand, von den Engländern, welche sie dämpften, für gute Beute erklärt und der Königin von England zugesendet. Es war am 3. Juni des Jahres 1850, als der Präsident der Ostindischen Compagnie diesen herrlichen Stein der Königin überreichte und dann im britischen Schatze niederlegte. Im Jahre 1851 war der Kohinur zu London im

Glaspalast zur allgemeinen Ansicht ausgestellt und wog 168 Karat. Man tadelte, daß seine Form nicht schön, sein Glanz nur gering sei. Er ward darauf dem Kronjuwelier Garrand zu London übergeben, welcher ihn in Amsterdam von Fedder & Voorganger ganz neu bearbeiten ließ. So bekam er die Form eines ovalen Brillanten, hat nun nur 122 Karat, aber einen prachtvollen Glanz und zeigt das schönste Wasser.

Die portugiesische Krone besitzt einen Diamanten von 138½ Karat. — Die Familie Carneiro Loão in Rio besaß ums Jahr 1861 für 7 Millionen Thaler Diamantschmuck. Der größte und schönste der bis jetzt gefundenen brasilianischen Diamanten heißt „Südstern", ward im Jahre 1853 (wie schon oben erwähnt ist) bei Bagagem in der Provinz Minas Geraës von einer Negerin gefunden, welche dafür die Freiheit erhielt. Nach Dufrenoys Angabe hatte er ursprünglich 253½ Karat. Im Jahre 1855 war er in dem Besitz des Banquiers Halphen zu Paris, wurde in Amsterdam von Coster geschliffen, was 2 Monate dauerte und sein Gewicht um 124 Karat verminderte. Jetzt zeigt er Klarheit, Glanz und Farbenspiel in höchster Pracht. Seine Länge beträgt 1⅓ Zoll, die Breite 1⅛ Zoll, die Dicke ¾ Zoll. Man schätzt seinen Wert auf 1 Million Thaler. — Banquier Hope zu Amsterdam besitzt als große Seltenheit einen schönen blauen Diamant von 77 Karat, und im Grünen Gewölbe zu Dresden befindet sich ein prachtvoll grüner.

Die meisten Diamanten werden zu Schmuck verbraucht; viele kleine und unansehnliche werden in Pulver verwandelt, um jene zu schleifen; viele kleine werden in ihrer ursprünglichen Gestalt vom Glaser zum Glasschneiden gebraucht. Der Stein steckt zu diesem Zweck in der Mündung eines eisernen, mit Zinn ausgegossenen Röhrchens, und guckt aus dessen enger Öffnung mit einer Ecke hervor. Die Ecke sowohl als die Kante, mit welcher er schneidet, sieht ganz stumpf aus, der Glaser muß die Richtung, in welcher er den Stein beim Schneiden aufzusetzen hat, ganz genau kennen; er führt ihn dann an einem Lineal hin, ganz leise drückend, bewirkt auf der Oberfläche des Glases einen kaum sichtbaren Ritz, aber von diesem aus geht tief ins Glas ein Spalt, und nach dessen Richtung bricht es beim leisesten Druck durch. Es scheint, als ob die Wirkung eben darin läge, daß die schneidende Kante stumpf ist; sie drängt dadurch das Glas links und rechts seitwärts und veranlaßt so den Spalt. Mit einer künstlich scharf geschliffenen Spitze oder Kante des Diamanten kann man leicht tief ins Glas schneiden, aber es bricht dann unter dem Schnitte kaum leichter als an unverletzten Stellen.

Schleift man einen Diamanten oder einen andern harten Stein so, daß eine seiner Ecken nebst Kante denen eines guten Glaser-Diamanten gleich geformt ist, so thun sie auch dieselben Dienste. Der Glaser-Diamant kann 10—20 Jahre lang unaufhörlich in Gebrauch sein, ehe er den Dienst versagt. Geschieht das endlich doch, so schmilzt der Glaser das Zinn, nimmt den Stein heraus, setzt ihn anders ein, versucht, ob eine andere Kante schneidet, und schafft einen neuen Stein an, wenn der alte nicht mehr zu brauchen ist. Für Uhren giebt der Diamant die besten Zapfenlager; zu Halsbändern bestimmte Granaten werden mit Diamanten durchbohrt. Diamantstücke können so fein zugespitzt werden, daß man mit ihrer Hilfe für Mikroskope die Mikrometer machen kann, wo der Raum einer französischen Linie regelmäßig in 4000 Teilstriche geteilt ist. — Der Gebrauch des Glaser-Diamanten war den alten Griechen und Römern unbekannt; dagegen bedienten sie sich wie wir der feinen Diamantsplitter, um damit in die härtesten anderen Steine zu schneiden.

Ein ungeübtes Auge kann den geschliffenen Diamanten leicht mit anderen wasserklaren oder schwach gefärbten Schmucksteinen verwechseln; am täuschendsten wird der wasserklare jetzt in Paris aus Straß nachgemacht, man giebt ihm genau die richtige Schwere und fast auch den richtigen Glanz nebst Farbenspiel.

Der **Graphit**, in England Schwarzblei, bei uns auch Reißblei genannt, kommt nur selten krystallisiert vor, und dann bildet er kleine sechsseitige Tafeln oder kurze Säulen; meist tritt er in blätterigen, schuppigen oder dichten Massen auf. Seine Härte ist sehr gering (H = 0,5 — 1), er ist weich wie Talk oder noch weicher, mild, abfärbend, und schlüpfrig anzufühlen. Die Farbe ist dunkelgrau, der Glanz Metallglanz; dabei ist er undurchsichtig. Sein Gewicht ist 1,8 — 2,2. Der Graphit ist ferner ein guter Leiter der Elektricität, unschmelzbar und sehr schwer verbrennlich; er verbrennt noch schwerer als der Diamant. „Vor dem Lötrohr", sagt Lenz, „habe ich kleine Stückchen Graphit, ebenso wie beim Diamant angegeben, auf Platindraht verbrannt, es dauerte aber jedesmal 2 bis 3 Minuten länger." Von Säuren wird der Graphit nicht angegriffen. Er besteht in der Hauptsache aus Kohlenstoff und findet sich lager- oder nesterweise, auch eingesprengt, meist im Gneiß, Urkalk, Urthonschiefer.

In Europa wurde zuerst der Graphit (mit 87 Prozent Kohlenstoff) von Borrowdale in Cumberland (in der Mitte des 16. Jahrhunderts entdeckt) bekannt. Die Gruben sind jetzt erschöpft. Sehr reiner und großblätteriger Graphit (99,9 Prozent Kohlenstoff) kommt in New-Jersey

und in Kanada vor; ferner sind sehr geschätzt der blätterige Graphit aus Ceylon (99 Prozent Kohlenstoff), der feinkörnige schwedische aus Angermannland (87 Prozent Kohlenstoff), sowie der Alibert-Graphit, welcher im Jahre 1847 in Ostsibirien von dem sibirischen Kaufmann J. P. Alibert entdeckt wurde. In Sibirien kommt auch im Gouvernement Jenisseisk (Sidoroffsche Gruben) dichter und ziemlich reiner Graphit vor. Über die Graphitgruben in Ostsibirien sei noch Folgendes bemerkt: Alibert kam auf einer Geschäftsreise im Osten Sibiriens in die dortige Gebirgsgegend, teilweise in der Absicht, Gold aufzusuchen. Während er nun an den Ufern der Flüsse Oka, Belloi, Kitri und Irkutsk den Sand durchforschte, stieß er zufällig in der Nähe von Irkutsk in einer der Gebirgsschluchten dieser Gegenden auf Fragmente von reinem Graphit. Alibert kannte die Wichtigkeit eines solchen Materials und stellte deshalb mit Hilfe eines Eingeborenen genaue Untersuchungen an, bis er nach vieler Mühe und Arbeit endlich im Jahre 1874 die Überzeugung gewann, daß in einem Zweige des Sajanskischen Gebirges auf der Höhe des Felsengebirges Batougol in einer Erhebung von 2241 m über dem Meere und 50 Meilen westlich von der Stadt Irkutsk, nahe an der Grenze von China, ein Lager von Graphit vorhanden sein müsse. Er machte sich sofort an die Arbeit, eine Mine anzulegen. Nachdem er zuerst Massen von schlechtem Graphit und mehr als 300 Tonnen Granit weggeräumt hatte, öffnete sich ihm ein Lager von ausgezeichnetem, reinen Graphit, aus welchem Stücke gewonnen wurden, von denen einige bis 180 Pfund wogen. Der Weg nach den Graphitgruben, die im Gebiete der noch heidnischen (dem Schamanentum ergebenen) Sojoten liegen, führt über weite moorige Hochebenen, die sich allmählich immer mehr erheben. Anfänglich tragen dieselben außer Moosen und Flechten noch ziemlich häufig mancherlei Sträucher. Höher hinauf aber bedecken nur spärliche Moose und Flechten den kalten Moorboden. Kein hervorragender Gegenstand unterbricht das traurige Einerlei, nur hier und dort erhebt sich in weiten Zwischenräumen ein hölzernes Kreuz, das zur Bezeichnung des Weges nach dem Bergwerke aufgerichtet ist. Endlich erreicht der Reisende eine Hütte, die ihm Unterkommen gewährt; von da führt ein nur klafterbreiter Weg durch Gehölz von Zirbelkiefern nach dem noch 12 Werst entfernten Graphitwerk.

Das Hauptvorkommen des Graphit stellt einen 2 m mächtigen Gang dar, welcher mit steilem Einfallen Granit-Syenit aufsetzt. Mit der Tiefe, wo körniger Kalk erscheint, soll die Mächtigkeit der Lagerstätte zunehmen und zugleich das Mineral von besonderer Reinheit sein. Auch in Linsen, dem Kalkstein eingelagert, erscheint der Graphit am Alibertberge. Die

Masse des allein in dem Hauptgange enthaltenen Graphits wird auf mehrere Hunderttausend Pud (zu 40 Pfund) geschätzt. Der größte Übelstand ist nur die weite Entfernung von Europa und die Schwierigkeit des Transportes. Nur im Winter, wenn Schnee und Eis die Wildnisse wegsam machen, Abgründe füllen, Flüsse überbrücken, ist der Transport der Graphitblöcke möglich. Bei Golumet, in einer Entfernung von 28 Meilen, wird die Ebene und die Straße erreicht. Über Krasnojarsk und Tomsk wandert der Graphitblock dann tausend Meilen weit in die schon seit hundert Jahren bestehende und weltberühmte Bleistiftfabrik von A. W. Faber (gegenwärtiger Besitzer Lothar v. Faber) in Stein bei Nürnberg, in Gemäßheit eines Vertrages, welchen dieselbe mit Alibert 1856 abgeschlossen hat. Auf den letzten Industrieausstellungen in London und Paris bildete der sibirische Graphit eine Hauptzierde der gesamten Mineralausstellung und gewährte für manche Beschauer wohl ebenso viel Interesse als die ausgestellten Diamanten. Die ausgelegten Graphitproben haben an Masse und Reinheit alles übertroffen, was bisher von diesem wertvollen Material in Sammlungen vorgekommen sein dürfte; auch die künstliche Behandlung (es war unter anderm eine Büste des russischen Kaisers und verschiedene große Medaillons in Graphit ausgestellt) wie die geschmackvolle Anordnung des vorhandenen Materials hatten dasselbe zu einem der anziehendsten Teile der Ausstellung gemacht.

In Deutschland sind die Graphitgruben bei Passau schon seit Jahrhunderten im Betriebe. Der Graphit kommt dort mit Kaolin oder Porzellanerde im verwitterten Gneiß vor, ist ziemlich unrein und dient hauptsächlich zur Fabrikation von Schmelztiegeln (Passauer Schmelztiegel). Die wichtigsten Gewinnungsorte sind bei Leitzesberg (hier schon seit 4 bis 500 Jahren) zu Pfaffenreut (wo seit ungefähr 1730 Graphit gegraben wird), zu Germannsdorf, Haasdorf, Haar, Hierzing, Erzdorf. Die Eigentümer der Gruben sind gewöhnliche Bauern, welche den Graphit Dagl oder auch Tachel nennen. Die Graphitproduktion der Passauer Gegend betrug im Jahre 1868 in 36 Gruben 15 960 Zentner und gab 216 Arbeitern Beschäftigung. Der Zentner kostet dort 3—9 Gulden.

In Österreich sind am wichtigsten die Graphitlager im nördlichen Böhmen (Schwarzbach und Mugrau bei Krumau); ferner sind zu erwähnen die mährischen Graphitvorkommen (bei Hafnerluden und Pomic), die steirischen (bei Kaisersberg) und die niederösterreichischen (Lichtenau, Raabs). Die Produktion der österreichischen Graphitgruben erfreut sich eines steten Wachsens und man kann sie im Durchschnitt auf über 400 000 Zentner veranschlagen. Der Hauptabsatz des österreichischen, besonders

des böhmischen Graphits ist England; sehr wenig wird im Lande selbst verbraucht.

Graphit findet sich auch in Mexiko, Kalifornien und in Neu-Seeland. Die wichtigste Lagerstätte in Kalifornien liegt etwa $1\frac{1}{2}$ Meile von Sonora. In einer Tiefe von 40 Fuß trifft man den Graphit sehr rein, so daß er in großen Blöcken abgebaut werden kann, die nur geringer Reinigung bedürfen. Bis zu 60 Fuß Tiefe findet man ganz reinen Graphit, der sich durch eine solche Härte auszeichnet, daß man ihn schleifen und bis zu einem hohen Grade polieren kann. Die reichen und vorzüglichen Graphitlager zu Pakawau auf Neu-Seeland wurden 1861 durch die Gebrüder Curtis entdeckt.

Bemerkenswert ist es, daß der Graphit in den Glimmer führenden Gesteinen (wie im Glimmerschiefer bei Elterlein und Schwarzenberg in Sachsen) zuweilen so häufig auftritt, daß er sogar den Glimmer verdrängt. Anderseits ist aber auch zu erwähnen, daß am Col du Chardonnet bei Briançon ein Graphitlager von Pflanzenabdrücken begleitet wird, so daß Dufrenoy den Graphit für durch Feuer veränderte Kohle ansieht. Endlich hat man auch Graphit im Meteoreisen gefunden.

Die feinkörnigen Graphite dienen zur Fabrikation der sogenannten Bleistifte, die blätterigen hauptsächlich zur Anfertigung von Schmelztigeln. Die ersten Bleistifte wurden aus dem Cumberland-Graphit verfertigt, so daß die Bleistiftfabrikation ihren Ursprung den Engländern zu verdanken hat. Man zerschnitt den rohen Graphit mit einer Säge in entsprechende Stückchen, die ohne weiteres Zuthun in Holz gefaßt wurden. Seit Anfang dieses Jahrhunderts sind die künstlichen Bleistifte im Gebrauch, welche durch Pressen eines Teiges von Graphit und feinem Thon geformt und dann gebrannt werden. Die Menge des Thonzusatzes sowohl wie die Stärke des Glühens bedingt die verschiedenen Härtegrade. Das braune, weiche, wohlriechende Holz, welches zur Fassung der besseren Bleistiftsorten dient, kommt vom virginischen Sadebaum (Sabina virginiana), einem aus Nordamerika stammenden Nadelstrauche, der auch in Deutschland gut gedeiht.

Der Graphit wird ferner zur Anfertigung feuerfester Thonwaren, als Anstrich für Eisen (Ofenschwärze), zum Leitendmachen von schlechtleitenden Modellen in der Galvanoplastik angewendet. Fein gepulverter Graphit ist auch ein vortreffliches, nie zäh werdendes Mittel, bei Maschinen die Reibung von Holz gegen Holz oder Metall gegen Metall zu mildern, wobei er jedoch nicht mit Öl gemischt werden darf.

Der Graphit ist seit der Auffindung der berühmten Graphitgruben

zu Borrowdale in Cumberland, die zwischen 1540 und 1560 erfolgte, bekannt; allein seine chemische Natur ist erst viel später entdeckt worden. Allgemein war die Ansicht verbreitet, daß das Reißblei Blei enthalte, weil der Strich desselben auf Papier oder Pergament grau war und, wenn derselbe schärfer geführt wurde, Metallglanz hatte. Ebendies hatte wohl auch auf die Vermutung geführt, daß sich im Graphit Blei von eigentümlicher Beschaffenheit befinde, ein Blei, welches nicht so schwer als das eigentliche und nicht schmelzbar sei. Die Verwirrung in dieser Beziehung dauerte fort, bis endlich der berühmte Chemiker Carl Wilhelm Scheele im Jahre 1778 zeigte, daß der Graphit mineralischer Kohlenstoff sei.

II. Klasse. Erze.

Die Erze sind chemische Verbindungen der Schwermetalle. Sie haben teils metallisches, teils nichtmetallisches Ansehen, meist gefärbten Strich und hohes Gewicht. Sie werden vorzugsweise zur Ausbringung der Metalle Silber, Quecksilber, Eisen, Kupfer, Blei, Zinn, Zink, Kobalt und Nickel benutzt. Nach ihrer Zusammensetzung unterscheidet man Schwefel-Erze (sulfidische Erze), Sauerstoff-Erze (oxydische Erze) und Salz-Erze (salinische Erze).

1. Ordnung. Schwefel-Erze, sulfidische Erze.

Die Schwefel-Erze sind Verbindungen der Schwermetalle mit Schwefel oder mit Selen, Tellur oder Arsen. Sie geben sich beim Erhitzen durch einen Geruch nach schwefeliger Säure, die arsenhaltigen durch einen knoblauchartigen Geruch zu erkennen. Auf Kohle erhitzt geben die Tellur, Arsen und Antimon enthaltenden Erze weiße Beschläge. Die Schwefel-Erze lassen sich in drei Gruppen einteilen, in Kiese, Glanze und Blenden.

a. Gruppe der Kiese.

Die Kiese besitzen ein vollkommen metallisches Ansehen und verschiedene Farben, nur sind sie nicht bleigrau oder schwarz gefärbt, dagegen ist ihr Strich stets dunkel bis schwarz; hierdurch, sowie durch ihre Härte (H = 3—6) unterscheiden sie sich von den Metallen. Durch Ausglühen an der Luft (Rösten) werden ihre flüchtigen Bestandteile (Schwefel, Arsen) vertrieben und so die in ihnen enthaltenen Metalle gewonnen. Die wichtigsten hierher gehörigen Mineralien sind der Eisenkies, Strahlkies, Magnetkies, Kupferkies, Buntkupfer-

kies, Zinnkies, Speiskobalt, Glanzkobalt, Rotnickelkies, Weißnickelkies, Nickelarsenkies, Arsenkies und Arsenikalkies.

Der **Eisenkies** (oder Pyrit, vielfach auch Schwefelkies genannt) kommt häufig in Hexaëdern (Würfeln), Oktaëdern, Pentagondodekaëdern (Pyritoëdern, Fünfeckzwölfflächnern) und in vielen Kombinationen dieser Formen krystallisiert vor. Die Krystalle sind teils einzeln eingewachsen, teils in Drusen oder zu mancherlei Gruppen vereinigt. Zuweilen kommen auch Zwillinge vor, welche aus zwei Pentagondodekaëdern, die sich gegenseitig durchdrungen haben, oder aus zwei Würfeln bestehen, von denen die Ecken des einen als dreiseitige Pyramiden aus den Flächen des andern hervortreten. Durch Umwandelung des Eisenkieses mit Beibehaltung der äußern Form entstehen Pseudomorphosen in Brauneisenerz, manchmal auch in Roteisenerz. Endlich findet sich der Eisenkies auch kugelig, traubig, nierenförmig, knollig, eingesprengt z. B. auch in Steinkohlen, wie als Vererzungsmittel organischer Überreste. Seine Farbe ist speisgelb (wie Glockenspeise, eine Mischung [Legierung] von Kupfer und Zinn, aus welcher die Glocken gegossen werden), auch messinggelb bis fast goldgelb, oft braun, seltener bunt angelaufen. Seine Spaltbarkeit ist sehr unvollkommen, das Strichpulver schwärzlich. Er steht auf der sechsten Härtestufe ($H = 6 — 6{,}5$) und sein Gewicht ist 5. Am Stahl giebt er reichlich Funken und riecht dabei nach Schwefel. Der Eisenkies besteht aus Eisen (46,7 Prozent) und Schwefel (53,3 Prozent), nicht selten enthält er etwas Kupfer, Kobalt und Arsen, zuweilen auch etwas Gold oder Silber. Vor dem Lötrohr auf Kohle geglüht, giebt er den Geruch brennenden Schwefels, schmilzt leicht zu einer Kugel, die spröde ist, eine eisengraue, mit Körnchen übersäte Oberfläche hat und vom Magnet angezogen wird; vorher hat der Magnet keine Wirkung. Befeuchtet man die Kugel mit Salzsäure und glüht sie nochmals im Flammensaume, so färbt sie diesen weder grün noch blau. Kocht man Eisenkies gepulvert mit Salpetersäure, so wird er zersetzt, aber man bekommt keine himmelblaue Flüssigkeit, auch nicht, wenn man viel Ammoniak zusetzt. Salzsäure greift ihn fast gar nicht an.

Der Eisenkies ist eins der verbreitetsten metallischen Mineralien. Von den zahlreichen Fundorten mögen hier nur die folgenden, durch schöne Krystalle berühmten, Erwähnung finden; es sind dies Freiberg, Potschappel bei Dresden (Hexaëder), Dillenburg in Hessen-Nassau (Pentagondodekaëder), Großalmerode in Hessen, Blotho bei Preußisch-Minden, Traversella in Piemont, Rio auf der Insel Elba, Waldenstein in Kärnten,

Arendal in Norwegen, Falun in Schweden. Sehr große Massen von Pyrit kommen z. B. in den Karpathen vor.

Der Eisenkies dient zur Darstellung von Schwefelsäure, Eisenvitriol (schwefelsaurem Eisen) und Schwefel. Eisenkieshaltiger Thonschiefer (Alaunschiefer) wird zur Alaunfabrikation verwendet. Zur Gewinnung von Eisen kann er, seines Eisenreichtums ungeachtet, wegen seines Schwefels nicht benutzt werden, man muß ihn vielmehr von Eisenerzen sorgfältig fernhalten, denn Eisen, welches über 0,05 Prozent Schwefel enthält, ist rotbrüchig, d. h. es bekommt, wenn es in der Rotglühhitze geschmiedet wird, Risse. Bei der Gewinnung von Schwefelsäure und Schwefel bleiben Rückstände, welche als rote und gelbe Farben — der rote auch als Putz- und Poliermittel — verwendet werden. Der goldhaltige Eisenkies wird auf Gold verarbeitet. Früher diente Eisenkies auch als Flintenstein (Büchsenstein). Die Alten schrieben geschliffenen Eisen- und Arsenkiesen medizinische und magische Wirkungen zu.

Die Entdeckung der Darstellung der Schwefelsäure (welche früher nur durch Oxydation des sizilianischen Schwefels gewonnen wurde) aus den Kiesen, zumal aus dem Eisenkies, verdankt die Industrie dem König Ferdinand II. von Neapel. Im Jahre 1838 erteilte nämlich dieser Fürst einer französischen Gesellschaft gegen eine sehr hohe Entschädigung ein Monopol der Schwefelausfuhr. Die unmittelbare Folge war eine außerordentliche Steigerung des Schwefelpreises und eine unabsehbare Kalamität für weite Gebiete der Industrie, wenn es nicht gelang, aus den Kiesen mit Vorteil die Schwefelsäure darzustellen und so Europa von Sicilien unabhängig zu machen. Es gelang dies auch so vollständig, daß jetzt $^7/_8$ der von der gesamten Industrie gebrauchten Schwefelsäure aus Kiesen und nur $^1/_8$ aus sicilianischem Schwefel erzeugt wird. So siegen Unternehmungsgeist und Einsicht selbst mit ärmeren Gaben der Natur über Beschränktheit und Willkür, wenn dieser auch die größten natürlichen Schätze zu Gebote stehen.

Der **Strahlkies** (Markasit, Speerkies, Kammkies, Wasserkies, Leberkies) ist dem Eisenkies sehr ähnlich und hat dieselben Bestandteile (Eisen und Schwefel). Seine Farbe ist aber grau- oder grünlich-speisgelb, das Strichpulver grünlich-grau und seine Krystalle, die entweder tafelartig oder schmal-säulenförmig oder pyramidal erscheinen, gehören dem rhombischen Krystallsysteme an. Durch wiederholte Zwillingsbildung entstehen speer- oder kammförmige Formen (Speerkies, Kammkies). Kugelige, traubige, nierenförmige, stalaktitische, knollige Formen sind ebenfalls nicht selten. Faserige und dichte Abänderungen heißen Strahlkies und Leber-

kies. Wie der Eisenkies, so kommt auch er eingesprengt, besonders in Stein- und Braunkohlen und jüngeren Sedimentgesteinen, und als Vererzungsmittel von Tier- und Pflanzenresten (Schnecken, Muscheln) vor. Er verwittert leicht zu Eisenvitriol und Schwefelsäure. — Der Strahlkies ist nicht selten. Schöne Strahlkieskrystalle finden sich bei Freiberg, Johanngeorgenstadt und Joachimsthal im Erzgebirge, bei Klausthal, Andreasberg und Goslar am Harz, bei Littmitz und Przibram in Böhmen, bei Schemnitz in Ungarn, Derbyshire in England, wie auch im Kreidemergel von Misdroy auf Wollin. — Seine Verwendung ist gleich der des Eisenkieses. — Die rhombische Krystallisation des Strahlkieses hat Hauy im Jahre 1814 erkannt und ihn vom Eisenkies getrennt.

Der **Magnetkies** (Pyrrhotin) krystallisiert in hexagonalen Tafeln, aber Krystalle sind selten; meist bildet er schalige, körnige oder dichte Massen. Seine Farbe, die zwischen speisgelb und kupferrot in der Mitte steht und an der Luft schnell tombackbraun anläuft, kann man etwa als bronzegelb bezeichnen. Frische Flächen glänzen stark metallisch, werden aber an der Luft matt. Seine Härte ist 3,5 — 4,5, sein Gewicht 4,5 — 4,7. Er ist magnetisch, auch ehe er geglüht wird, und besteht aus 60,5 Prozent Eisen und 39,5 Prozent Schwefel; viele Magnetkiese enthalten auch etwas Nickel (bis zu 5,6 Prozent). Vor dem Lötrohr schmilzt er wie Eisenkies und Strahlkies und in Salzsäure löst er sich auf, wobei Schwefelwasserstoff entwickelt und Schwefel abgeschieden wird. — Der Magnetkies ist nicht so häufig, wie die vorgenannten Kiese. Bemerkenswerte Fundorte sind Kupferberg in Schlesien, Bodenmais in Baiern, Breitenbrunn bei Schwarzenberg im Erzgebirge, Waldenstein in Kärnten (hier bis 2 cm hohe Krystalle), Andreasberg am Harz. Bemerkenswert erscheint es auch, daß er in Meteorsteinen gefunden worden ist.

Der **Kupferkies** (Chalkopyrit) kommt selten in größeren und deutlichen tetragonalen Krystallen vor, meist findet er sich in derben Massen oder eingesprengt in Gesteinen, bisweilen auch knollig, nierenförmig oder traubig. Er ist messinggelb oder goldgelb, dabei oft grau oder bunt angelaufen; sein Strich ist grünlich-schwarz. Sein Gewicht ist 4,2, seine Härte 3,5 — 4; am Stahle giebt er keine Funken. Er besteht aus 34,57 Prozent Kupfer, 30,54 Prozent Eisen, 34,89 Prozent Schwefel. In einer Glasröhre geglüht, die auf beiden Seiten offen ist, zerspringt er, wird schwarz und giebt den Geruch von brennendem Schwefel. Bringt man die ausgeglühten Stückchen in die Lötrohrflamme, so schmelzen sie auf Kohle leicht zur glatten, grauen Kugel, die wegen ihres Eisengehalts vom Magnet angezogen wird. In warmer Salpeter-

säure löst sich Kupferkies langsam, in Königswasser schneller unter Abscheidung von Schwefel zu einer blauen Flüssigkeit auf, welche mit Ammoniak dunkelhimmelblau wird und zugleich einen gelb-braunen oder schmutziggrünen Niederschlag giebt und an einem blanken Eisenstäbchen reines Kupfer absetzt. — Wichtige Fundorte sind Freiberg, Annaberg, Johanngeorgenstadt in Sachsen, Goslar, Klausthal am Harz, Müsen und Dillenburg im niederrheinischen Berglande, Kupferberg in Schlesien, Schlaggenwald in Böhmen, Schemnitz in Ungarn, Falun in Schweden, Röraas in Norwegen. — Der Kupferkies ist das häufigste unter allen Kupfererzen, so daß das meiste Kupfer aus ihm dargestellt wird; auch wird er zur Darstellung von Kupfervitriol verwendet. — In Röraas, wo kolossale Linsen von kupferkieshaltigem Eisenkies dem Schiefer eingeschaltet sind, wird das Kupfer aus diesem Erz mittels des interessanten Prozesses der Kernröstung gewonnen. Die faustgroßen Erzstücke, deren Kupfergehalt, fein durch Eisenkiesmasse verteilt, 3—5 Prozent beträgt, werden zu diesem Zwecke in Haufen getürmt und 3—4 Monate geröstet. Nachdem dieser Prozeß beendet, sind die Erzstücke gänzlich verändert; die äußere Partie jedes Stückes ist schwärzliches oder rötliches, aufgeborstenes, kupferfreies Eisenoxyd, der innere Kern ist kupferreiches Schwefelmetall. Ohne den starren Aggregatenstand zu verlassen, sind die Kupferteilchen nach dem Zentrum der Erzstücke gewandert und haben sich dort zu einem reichen Kerne gesammelt, welcher durch einen leichten Schlag des Hammers getrennt und zur Schmelzhütte befördert wird. Diesen merkwürdigen metallurgischen Prozeß hat zuerst der durch seine mathematischen, mechanischen, mineralogischen, vor allem aber durch seine theosophischen Werke hochberühmte Freiherr v. Swedenborg beschrieben.

Der **Buntkupferkies** (Bornit) kristallisiert selten (Hexaëder, entkeckte Würfel, oder Würfel in Kombination mit dem Ikositetraëder); meist bildet er derbe Massen, Platten, Knollen; ebenso kommt er eingesprengt und als Anflug vor. Seine Farbe ist eine Mittelfarbe zwischen kupferrot und tombakbraun und er ist fast stets bunt (taubenhalsartig) angelaufen. Der Strich ist schwarz; an Härte gleicht er dem Kalkspat (H = 3); das Gewicht ist 5 (G = 4,9 — 5,1). Er besteht aus 55,6 Prozent Kupfer, 16,4 Prozent Eisen, 28,0 Prozent Schwefel. Vor dem Lötrohr auf Kohle läuft er dunkel an, wird schwarz und nach dem Erkalten rot; er schmilzt zu einer stahlgrauen, nach längerm Blasen magnetischen, spröden, im Bruch gräulich-roten Kugel; mit Borax und Soda giebt er ein Kupferkorn; mit Salzsäure befeuchtet färbt er die Flamme blau. In Salzsäure ist er unter Abscheidung von Schwefel löslich. — Er ist nicht so häufig

als der Kupferkies. Bemerkenswerte Fundorte sind Freiberg, Annaberg und Berggießhübel im Erzgebirge, Kamsdorf und Saalfeld am Thüringerwalde, Kupferberg in Schlesien, der Rammelsberg und Lauterberg am Harz, Riechelsdorf in Hessen, Redruth in Cornwall, Wilkesbarre in Pennsylvanien, Quebec in Canada. — Der Kupferkies wird mit anderen Kupfererzen auf Kupfer verarbeitet.

Der **Zinnkies** (Stannin) ist die einzige, bis jetzt bekannt gewordene Schwefelverbindung des Zinnes, die nach Kenngott als zinnhaltiger Kupferkies zu betrachten ist. Er besteht aus cirka 29 Prozent Kupfer, 28 Prozent Zinn, 30 Prozent Schwefel, wozu in der Regel noch Zink und Eisen in schwankenden Verhältnissen kommen. Krystalle (Hexaëder, Tetraëder) sind selten, meist findet er sich in körnigen oder dichten Massen. Härte 4, Gewicht 4,4. Die Farbe ist stahlgrau, etwas ins Weiß-Gelbe geneigt; der Strich ist schwarz. Vor dem Lötrohr schmilzt er allmählich, wird weiß und überzieht dicht um die Probe die Kohle mit einem weißen Beschlag von Zinnoxyd. In Salpetersäure giebt er unter Abscheidung von Zinnoxyd und Schwefel eine blaue Lösung. — Er kommt bei Zinnwald im sächsischen Erzgebirge, in den Huel-Rock-Gruben bei St. Agnes und anderen Orten in Cornwall, bei Tambillo in Peru vor. An letzterm Orte hat man fast 3 Zoll große Trigondodekaëder gefunden. — Der Zinnkies wird in England zur Darstellung von Zinn verwendet.

Der **Rotnickelkies** (Kupfernickel, Nickelin) krystallisiert sehr selten und die Krystalle sind meist undeutlich ausgebildet und verwachsen. Meist kommt er in derben Massen, zuweilen kugelig, traubig oder baumförmig vor. Die Farbe ist licht-kupferrot, die Oberfläche aber oft grau oder schwärzlich angelaufen; der Strich ist bräunlich-schwarz. Seine Härte ist 5,5, sein Gewicht 7,4 — 7,7. Er besteht aus 43,61 Prozent Nickel und 56,39 Prozent Arsen, doch wird nicht selten ein mehr oder weniger bedeutender Teil des Arsens durch Antimon (bis zu 28 Prozent) vertreten, auch ist etwas Schwefel vorhanden. Kupfer enthält er also nicht, und die sächsischen Bergleute, die durch sein kupferähnliches Aussehen getäuscht waren, nannten ihn deshalb Kupfer-Nickel (Nickel ein Schimpfwort). Vor dem Lötrohr schmilzt er unter Entwickelung von Arsendämpfen zu einer weißen, spröden Metallkugel, die vom Magnet angezogen wird. In Salpetersäure, noch leichter aber in Salpetersalzsäure, giebt er unter Abscheidung arseniger Säure eine grüne Lösung. Im Rotnickelkies hat Cronstedt im Jahre 1754 das Nickelmetall entdeckt.

Bemerkenswerte Fundorte des Rotnickelkieses sind Freiberg, Schneeberg, Annaberg, Marienberg, Joachimsthal im Erzgebirge, Kamsdorf,

und Saalfeld am Thüringerwald, Andreasberg am Harz, Riechelsdorf und Biber in Hessen, Wittichen und Wolfach im Schwarzwald, Schladming in Steiermark. — Der früher nicht beachtete Rotnickelkies wird gegenwärtig stark gesucht, da man aus ihm das Nickelmetall und die Nickelspeise bereitet, welches man zur Darstellung des Neusilbers (Argentan) und Packfongs braucht.

Das Nickel, ein Metall von fast silberweißer Farbe und starkem Metallglanz, ist ungefähr so hart wie Eisen und läßt sich wie dieses zu dünnem Blech auswalzen und zu feinem Draht ausziehen. Sein Gewicht ist 8,8. Es ist schmiedbar und schweißbar, schmilzt bei etwas niedrigerer Temperatur als Eisen (kohlenstoffhaltiges Nickel ist leichter schmelzbar) und wird nicht nur vom Magnet angezogen, sondern kann auch leicht selbst zum Magnet werden. An der Luft und im Wasser hält es sich lange unverändert, beim Glühen überzieht es sich langsam mit grünlichgrauem Nickeloxydul, von Salzsäure und Schwefelsäure wird es langsam, von Salpetersäure leicht gelöst. Die Lösungen sind grün.

Die hüttenmäßige Gewinnung des Nickels ist ein sehr verwickelter Prozeß, auf den hier nicht weiter eingegangen werden kann; es sei nur bemerkt, daß man dabei zuletzt Nickeloxyd erhält, das in kleine würfelförmige Stücke gepreßt wird, denen man durch Glühen mit Kohle den Sauerstoff entzieht. Das so erhaltene Metall (Würfelnickel) ist stets durch Kobalt, Kupfer und Eisen verunreinigt.

Das Nickel wird hauptsächlich zur Darstellung einiger wichtiger Legierungen benutzt; auch werden Gegenstände von Eisen, Messing (wie Maschinenteile, Schlösser, Kaminverzierungen u. s. w.) des bessern Aussehens wegen, und um sie vor dem Oxydieren zu schützen auf galvanischem Wege mit einem dünnen Nickelüberzuge versehen (vernickelt). Die deutschen Nickelmünzen bestehen aus einer Legierung von 75 Teilen Kupfer und 25 Teilen Nickel; eine gleiche Zusammenstellung haben die Nickelmünzen Belgiens, während die Nickelmünzen der Schweiz außer Kupfer und Nickel noch Zink und Silber enthalten. Die Nickelmünzen haben den Vorteil, daß sie bei kleinem Gewicht einen ziemlich hohen Wert besitzen und wegen ihrer Härte sich nur langsam abnutzen. Eine Legierung von Kupfer, Nickel und Zink in schwankender Zusammensetzung heißt Neusilber. Gewöhnlich verwendet man dazu 5 Teile Kupfer, 2 Teile Nickel und 2 Teile Zink, welche eine dem 12lötigen Silber ähnliche Legierung geben. Neusilber ist härter, aber fast ebenso dehnbar wie Messing, sehr politurfähig, fühlt sich stets fettig an, hält sich gut an der Luft, wird von sauren Flüssigkeiten viel weniger als Kupfer angegriffen und schmilzt

bei starker Rotglut oder beginnender Weißglut. Man verarbeitet es zu allerlei Hausgerät, zu Pferdegeschirr, Beschlägen u. s. w. Häufig wird es galvanisch versilbert und kommt dann unter verschiedenen Namen (Alfenide, Chinasilber, Argyrophan, Christoflemetall) in den Handel.

Der **Weißnickelkies** (Chloanthit), auch Arsennickelkies genannt, krystallisiert in Oktaëdern und Hexaëdern; letztere sind bisweilen an den Ecken oder auch an den Kanten abgestumpft. Außerdem kommt er in derben Massen von körniger, dichter, zuweilen auch von stengeliger Zusammensetzung vor. Von Farbe ist er zinnweiß, läuft aber dunkelgrau und schwärzlich an und wird dabei matt; nicht selten bedeckt er sich an der Luft auch mit grüner Nickelblüte. Härte 5,5, Gewicht 6,6. Weißnickelkies besteht aus 28,2 Prozent Nickel und 71,8 Prozent Arsen, doch ist oft etwas Nickel durch mehrere Prozent Eisen und Kobalt ersetzt. Vor dem Lötrohre auf Kohle schmilzt er unter starkem Arsenrauch, umgiebt sich mit Krystallen von arseniger Säure und hinterläßt endlich ein sprödes Metallkorn. Mit Salpetersäure giebt er eine grüne oder gelbliche Lösung. — Bemerkenswerte Fundorte sind Schneeberg und Joachimsthal im Erzgebirge, Kamsdorf am Thüringer Walde, Riechelsdorf in Hessen, Dobschau in Ungarn, Schladming in Steiermark.

Der **Speiskobalt** (Smaltin) krystallisiert in Hexaëdern, welche mit dem Oktaëder oder mit dem Rhombendodekaëder, seltener mit dem Ikositetraëder, verbunden sind; außerdem kommt er aber auch baumförmig, traubig, nierenförmig, derb und eingesprengt, von körniger und dichter Zusammensetzung vor. Die Farbe ist zinnweiß bis licht-stahlgrau; an der Luft ist er dunkelgrau oder bunt angelaufen und durch Umwandelung in Kobaltblüte häufig rot beschlagen. Der Glanz ist oft schwach, der Strich graulich-schwarz. Härte 5,5, Gewicht 6,4 — 7,3. Der meiste Speiskobalt enthält außer Kobalt und Arsen noch Eisen und Nickel, so daß man nur im allgemeinen 28,2 Prozent Kobalt und 71,8 Prozent Arsen als Bestandteile des Speiskobalt annehmen kann. In krystallisiertem Speiskobalt von Riechelsdorf und Tunaberg (in Schweden) hat man 3,42 — 4,95 Prozent Eisen, in Schneeberger Speiskobalt 11,71 bis 18,48 Prozent Eisen, 1,79 Prozent Nickel, 1,39 Prozent Kupfer und 0,01 — 1,00 Prozent Wismut gefunden. Die Abänderungen, welche den geringsten Eisen- und Nickelgehalt, weiße Farbe und geringeres Gewicht haben, werden von den eisenreicheren (mit 10 — 18 Prozent Eisen) mit grauer Farbe und höherm Gewicht (6,9 — 7,3) als weißer Speiskobalt unterschieden, die letzteren als grauer Speiskobalt be-

zeichnet. Vor dem Lötrohre auf Kohle schmilzt Speiskobalt unter starken Arsenrauch zu einer grauen magnetischen Kugel, welche mit Borax ein himmelblaue Perle giebt. Von Salpetersäure wird er leicht zersetzt und giebt in der Wärme unter Abscheidung von arseniger Säure eine rot Lösung. — Er findet sich zu Schneeberg, Marienberg, Annaberg, Johanngeorgenstadt im sächsischen Erzgebirge, bei Joachimsthal in Böhmen bei Andreasberg am Harz, bei Ruhla, Schweina, Eckardtshausen und Stedtfeld am Thüringerwald, Riechelsdorf und Biber in Hessen, Siegen im niederrheinischen Bergland, Wittichen im Schwarzwald, Schladming in Steiermark, Dobschau in Ungarn, Tunaberg in Schweden und in England. — Der Speiskobalt ist das Hauptkobalterz Deutschlands. Er dient zur Gewinnung des Kobaltmetalls und der Smalte, außerdem auch zur Gewinnung von Arsenik (arseniger Säure) und Nickel. Die Smalte, eine in den sogenannten Blaufarbenwerken Deutschlands seit Jahrhunderten gewonnene blaue Farbe, ist eigentlich nichts anderes als ein fein gepulvertes, durch Kobaltoxyd blau gefärbtes Glas. Sie wird dargestellt, indem man den Speiskobalt röstet und dann mit Quarz und Pottasche zusammenschmilzt. Vor anderen Farben zeichnet sie sich durch ihre große Beständigkeit aus, da sie dem Einflusse der Witterung, wie der Einwirkung der Säuren und Alkalien widersteht, am Lichte nicht bleicht und sich sogar gegen die Glühhitze unempfindlich zeigt. Die Smalte wird als blaue Farbe für Glas-, Porzellan-, Fayence- und Töpferwaren und beim Kattundruck benutzt. Mit Stärke vermischt heißt sie Neublau. In neuerer Zeit ist sie vielfach durch das künstliche Ultramarin verdrängt worden. — Der metallisch aussehende Rückstand bei der Smaltebereitung, der Eisen, Arsen, Schwefel und namentlich Nickel enthält, wird Kobaltspeise genannt und als wertvolles Material zur Darstellung von Nickel verwendet, während er früher als unnütz weggeworfen wurde.

Das Kobalt ist ein stahlgraues Metall von vollkommenem Metallglanz. Es ist härter als Eisen, dehnbar und zähe, wird wie Nickel vom Magnet angezogen und schmilzt fast bei derselben Temperatur wie Eisen. Sein Gewicht ist 8,5. An trockener Luft verändert es sich nicht, beim Glühen wird es langsam oxydiert, in Salzsäure, verdünnter Schwefelsäure und Salpetersäure ist es leicht löslich. Seine Lösungen sind rot. Man benutzt das Kobaltmetall zum Überziehen von Eisen, da es sich besser als dieses an der Luft hält. — Der Name Kobalt findet sich schon bei Basilius Valentinus in unsicherer Bedeutung, wie es scheint, für solche Erze, welche beim Schmelzen kein Metall liefern und als Erzeugnis eines bösen Berggeistes galten. Später bezeichnete man als Kobalt diejenigen

Erze, welche Glas blau färben und aus denen die Smalte bereitet wird. Im Jahre 1735 entdeckte Brandt das Metall.

Der **Glanzkobalt** (Kobaltin) kryſtalliſiert in Hexaëdern und Oktaëdern, welche meiſt mit dem Pentagondodekaëder verbunden ſind. Die Kryſtalle beſitzen vollkommene Spaltbarkeit nach dem Hexaëder und ſind meiſt eingewachſen. Außerdem kommt der Glanzkobalt in derben Maſſen von körniger oder ſtengeliger Zuſammenſetzung und eingeſprengt vor. Die Härte iſt 5,5, das Gewicht 6. Er iſt rötlich-ſilberweiß und ſtark metallglänzend, aber oft grau angelaufen; der Strich iſt gräulich-ſchwarz. Er beſteht im reinen Zuſtande aus 35,9 Prozent Kobalt, 45,0 Prozent Arſen und 19,1 Prozent Schwefel, aber gewöhnlich iſt ein Teil des Kobalts durch Eiſen (2—26 Prozent) erſetzt und zuweilen enthält er auch etwas Nickel. Vor dem Lötrohr auf Kohle entwickelt er ſtarken Arſenrauch und ſchmilzt zu einer grauen, ſchwach magnetiſchen Kugel. In Salpeterſäure iſt er unter Abſcheidung von arſeniger Säure und Schwefel löslich und giebt eine rote Löſung. — Er wird wie der Speiskobalt verwendet und kommt bei Siegen in Weſtfalen, Querbach in Schleſien, Skutterud in Norwegen, Tunaberg in Schweden vor.

Der **Nickelarſenkies** (Nickelglanz, Gersdorffit) kryſtalliſiert in Oktaëdern, welche mit dem Hexaëder verbunden ſind, und kommt auch in derben Maſſen von körniger Zuſammenſetzung vor. Seine Farbe iſt ſilberweiß; er läuft aber an der Luft gräulich-ſchwarz an. Härte 5,5, Gewicht 6—6,7. Er beſteht aus Nickel, Arſen, Eiſen und Schwefel; bisweilen enthält er auch etwas Kobalt. Vor dem Lötrohr auf Kohle entwickelt er ſtarke Arſendämpfe und ſchmilzt zu einer Kugel. In Salpeterſäure giebt er eine grüne Löſung. — Der Nickelarſenkies, welcher nicht ſelten von grünem, arſenigſaurem Nickel (Nickelblüte) begleitet wird, findet ſich bei Harzgerode am Harz (wenigſtens früher ſehr ſchön), bei Müſen in Weſtfalen, Lobenſtein im reußiſchen Voigtlande, bei Schladming in Steiermark, bei Loos in Schweden u. ſ. w. — Der Nickelarſenkies wird zur Gewinnung von Nickelmetall benutzt.

Der **Arſenkies** (Mißpickel, Arſenopyrit) kryſtalliſiert in rhombiſchen Geſtalten, namentlich in kurzen Säulen und Tafeln, welche oben und unten durch zwei quergeſtreifte Dreieckflächen flach-dachförmig ſind; außerdem kommt er auch derb, mit körnigem und ſtengeligem Gefüge, und eingeſprengt vor. Die Kryſtalle ſind parallel den Säulenflächen ziemlich deutlich ſpaltbar. Die Farbe iſt ſilberweiß bis ſtahlgrau; der Strich ſchwarz. An Härte kommt er dem Feldſpat gleich (H = 5,5—6) und ſein Gewicht iſt 5,8—6,2. Er giebt am Stahl Funken. Im reinen

Zustande besteht er aus 46,1 Prozent Arsen, 34,3 Prozent Eisen und 19,6 Prozent Schwefel, nicht selten enthält er aber statt des Eisens Kobalt und oft auch ein wenig Silber oder Gold. Vor dem Lötrohre auf Kohle entwickelt er Arsendampf und schwefelige Säure und schmilzt zu einer schwarzen Kugel, welche vom Magnet angezogen wird, sich wie Magnetkies verhält und mit Borax eine hellere oder dunklere, flaschengrüne Perle, nicht selten aber auch von beigemengtem Kobalt ein blaues Glas bildet. In Salpetersäure ist er unter Abscheidung von arseniger Säure (weißem Arsenik) und Schwefel löslich; die Lösung ist grünlich. — Arsenkies ist nicht selten. Bemerkenswerte Fundstätten sind Munzig bei Meißen, Freiberg, Marienberg, Schwarzenberg, Schneeberg, Zinnwald, Altenberg in Sachsen, Joachimsthal in Böhmen, Reichenstein in Schlesien, Andreasberg am Harz, Sala und Vena in Schweden, Skutterud in Norwegen. — Der Arsenkies dient zur Gewinnung von Arsen, arseniger Säure (Arsenik) und Schwefelarsen (Rauschgelb).

Der **Arsenikalkies** (Löllingit) ist äußerlich dem Arsenkies ähnlich. Er kristallisiert ähnlich wie der Arsenkies, kommt ebenfalls derb, körnig oder stengelig vor, ist silberweiß bis lichtstahlgrau, wird aber an der Luft nicht dunkler, ist auch nicht ganz so hart wie der Arsenkies ($H = 5 — 5{,}5$) aber schwerer als dieser ($G = 7{,}1 — 7{,}3$). Im allgemeinen besteht er aus 26,48 — 31,36 Prozent Eisen und 72,18 — 65,51 Prozent Arsen, wozu oft noch 0,70 — 1,69 Schwefel kommen. Vor dem Lötrohr auf Kohle schmilzt er unter Arsengeruch und einem weißen Beschlag zu einer schwarzen magnetischen Masse, in Salpetersäure ist er unter Abscheidung von weißer arseniger Säure löslich. — Arsenikalkies findet sich bei Breitenbrunn bei Schwarzenberg, Ehrenfriedersdorf, Geyer und Altenberg in Sachsen, Reichenstein in Schlesien, Andreasberg am Harz, Löllingen unweit Hüttenberg in Kärnten, Schladming in Steiermark u. s. w. — Arsenikalkies wird zur Bereitung von arseniger Säure (Arsenik) benutzt.

b. Gruppe der Glanze.

Die Glanze haben vollkommen metallisches Ansehen und sind gewöhnlich grau, schwarz oder braun gefärbt. Ihr Strich ist schwarz bis grau, ihre Härte gering (gewöhnlich $H = 2 — 3$). Manche Glanze gehören zu den wichtigsten Erzen (im bergmännischen Sinne). Es gehört hierher der Bleiglanz, Antimonglanz, Wismutglanz, Molybdänglanz, Silberglanz, Kupferglanz, das Schrifterz, der Nagyagit, das Fahlerz, Schwarzspießglanzerz, der Melanglanz, der Eugenglanz.

Der **Bleiglanz** (Galenit), das wichtigste und verbreitetste Bleierz, kryſtalliſiert in Hexaëdern und Oktaëdern, die oft enteckt oder enteckt und entkantet ſind; auch die Hexaëder ſind oft enteckt. Die Kryſtalle beſitzen ſo vollkommene Spaltbarkeit (nach dem Hexaëder), daß ſie ſchon bei einem einfachen Hammerſchlage in lauter würfelige Stücke zerſpringen. Die Spaltungsflächen haben einen ausgezeichneten Metallglanz. Der Bleiglanz kommt auch ohne beſtimmte Geſtalt mit körnigem, blätterigem oder dichtem Gefüge vor; in letzterm Falle wird er Bleiſchweif genannt. Er iſt mild, nicht dehnbar, etwas abfärbend. Die Farbe iſt bleigrau, mit rötlichem Schein, der des friſch geſchnittenen, metalliſchen Bleies ſehr ähnlich; der Strich iſt graulich-ſchwarz. Häufig iſt der Bleiglanz dunkel, zuweilen auch bunt angelaufen. An Härte übertrifft er das Steinſalz ($H = 2{,}5$), das Gewicht iſt 7,3 — 7,6. Er beſteht im reinen Zuſtande aus 86,6 Prozent Blei und 13,4 Prozent Schwefel; nicht ſelten enthält er 0,1 bis 0,5 Prozent Silber (ſelten mehr als 1 Prozent) und etwas Eiſen und Zink. Im Glasröhrchen erhitzt, zerſpringt der Bleiglanz meiſt mit Heftigkeit und giebt den Geruch von brennendem Schwefel; vor dem Lötrohr auf Kohle zerkniſtert er erſt ſtark, ſchmilzt dann, nachdem der Schwefel verflüchtigt iſt, beſchlägt die Kohle ſtark blaßweiß und giebt zuletzt ein Bleikorn, welches beim Abtreiben nicht ſelten ein kleines Silberkorn zurückläßt. In Salpeterſäure iſt er unter Abſcheidung von Schwefel und ſchwefelſaurem Blei löslich. In der ſalpeterſauren Löſung bedeckt ſich ein Zinkſtäbchen mit glänzenden Bleikryſtallblättchen. — Außer dem Eiſenkies zeigt kein Schwefelerz ein ſo verſchiedenartiges Auftreten und einen ſo weiten Verbreitungskreis als der Bleiglanz. Bemerkenswerte Fundſtätten ſind Freiberg (wo der Silbergehalt 0,38 bis 1,09 Prozent beträgt), Annaberg, Johanngeorgenſtadt, Schneeberg in Sachſen, Klausthal, Zellerfeld im Harz, Przibram in Böhmen, Bleiberg in Kärnten, Derbyſhire, Cumberland und Northumberland in England, Alpujarras an der Sierra Nevada in Spanien, Sala in Schweden. Der Bleiglanz iſt auch in Nordamerika ſehr verbreitet. Auf der engliſchen Inſel Man ſind Hexaëder von 10 Zoll Durchmeſſer vorgekommen. — Der Bleiglanz iſt das wichtigſte Erz für die Gewinnung von Blei und nebenbei von Silber und Schwefel. Der ſilberärmſte Bleiglanz wird im Handel als Glaſurerz bezeichnet und dient zur Bereitung der Töpferglaſur, zur Verzierung verſchiedener Schmuck- und Spielſachen und im pulveriſierten Zuſtande auch als Streuſand.

Der **Antimonglanz** (Antimonit, Grauſpießglanzerz) bildet meiſt lang-ſäulenförmige oder nadelförmige Kryſtalle, welche dem rhombiſchen

System angehören, selten an den Enden deutlich ausgebildet und längsgestreift sind. Oft erscheinen die Kryſtalle hin- und hergebogen oder geknickt; ſie ſind büſchelförmig gruppiert oder zu Druſen verbunden, auch regellos durch einander gewachſen. Außerdem kommt der Antimonglanz in derben Maſſen von ſtrahlig- oder verworren-ſtengeligem bis faſerigem, kleinkörnigem und dichtem Gefüge vor. Er iſt milde, bleigrau, oft ſchwärzlich oder bunt angelaufen; die Kryſtalle ſind in der Richtung der kurzen Mittelaxe ſehr vollkommen ſpaltbar und die Spaltungsflächen beſitzen ſtarken Metallglanz. Antimonglanz ſteht auf der zweiten Härteſtufe (H = 2) und ſein Gewicht iſt 4,6. Er beſteht aus 71,76 Prozent Antimon und 28,24 Prozent Schwefel. Vor dem Lötrohr auf Kohle ſchmilzt er ſehr leicht, färbt die Flamme grünlich, verflüchtigt ſich und giebt auf Kohle einen weißen Beſchlag. In erhitzter Salzſäure iſt er unter Entwickelung von Schwefelwaſſerſtoff vollkommen löslich bis auf einen kleinen Rückſtand von Chlorblei; Salpeterſäure zerſetzt ihn unter Abſcheidung von Antimonoxyd. Von Kalilauge wird er gelb gefärbt und gleichfalls aufgelöſt. Gießt man der Löſung etwas Salzſäure zu, ſo bildet ſich orangegelbes Schwefelantimon. — Antimonglanz findet ſich in Sachſen (Mobendorf und Bräunsdorf bei Freiberg, Niederſtriegis bei Roßwein), am Harz (bei Neudorf, Harzgerode und Andreasberg), im Schwarzwald (bei Wolfach), im Fichtelgebirge (bei Goldkronach), in Böhmen (bei Przibram), Ungarn (Kremnitz, Schemnitz, Felsöbanya), in Toscana, auf Borneo u. ſ. w. — Antimonglanz iſt das einzige Erz, aus welchem Antimonmetall im großen dargeſtellt wird. Aus den ihn begleitenden Geſteinen wird der Antimonglanz durch Ausſchmelzen (Saigern) in geſchloſſenen Tiegeln gewonnen. Die ausgeſchmolzene Maſſe hat eine feinfaſerige Struktur und kommt unter dem Namen „Antimonium crudum“, d. h. rohes Antimon, in den Handel. Antimonglanz wird in der Feuerwerkskunſt zu Weißfeuer verwendet. Im Altertume färbten die griechiſchen und aſiatiſchen Frauen, wie noch jetzt die Frauen in Oberägypten, die Haare und Augenbrauen mit demſelben ſchwarz. Eine Miſchung von chlorſaurem Kali und Antimonglanz, beides vorher beſonders gepulvert, giebt ſchon bei bloßem Stoßen, Reiben oder Schlagen gefährliche Exploſionen und dient zu Zündpillen für Hinterladungsgewehre. Die Anfertigung derſelben erfordert viel Vorſicht.

Der **Wismutglanz** (Bismutin) iſt in Farbe und Kryſtallform dem Antimonglanz ähnlich, aber vor dem Lötrohr auf Kohle ſchmilzt er leicht, wallt und ſpritzt dabei, giebt ein Wismutkorn und um daſſelbe einen gelben Beſchlag, der beim Erkalten zum Teil weiß wird. Die

Kryſtalle ſind lang-ſäulenförmig bis nadelförmig, dem rhombiſchen Syſtem angehörig. Häufiger kommt er in derben Maſſen mit körnigem, ſtengeligem oder ſtrahlig-blätterigem Gefüge vor. Er iſt milde, bleigrau bis faſt zinnweiß, oft gelblich oder bunt angelaufen. Die Härte iſt 2—2,5, das Gewicht 6,5. Er beſteht aus 81,25 Prozent Wismut und 18,75 Prozent Schwefel. In Salpeterſäure iſt er leicht unter Abſcheidung von Schwefel löslich und giebt eine farbloſe Löſung, die durch Zuſatz von Waſſer milchig wird. — Bemerkenswerte Fundorte ſind Altenberg, Johanngeorgenſtadt und Schneeberg im Erzgebirge, Rezbanya in Ungarn, Redruth in Cornwall, Riddarhytta in Schweden.

Der **Molybdänglanz** (Molybdänit, Waſſerblei) iſt in manchen Stücken dem Graphit (Reißblei) ähnlich, unterſcheidet ſich von demſelben aber hauptſächlich durch ſein Verhalten vor dem Lötrohr und gegen Säuren. Seine Kryſtalle ſind ſehr unvollkommen ausgebildete, ſechsſeitige Tafeln oder kurze Säulen. Meiſt bildet er eine ſchalige oder blätterige Maſſe, iſt ſehr mild, fühlt ſich fettig an und färbt dabei ab. Die Farbe iſt bleigrau, — auf Papier ſchreibt er auch bleigrau, auf Porzellan dagegen grünlich-grau, während Graphit auch auf dieſes bleigrau ſchreibt. In ganz dünnen Blättchen iſt er biegſam. Seine Härte iſt 1—1,5, ſein Gewicht 4,6—4,9. Er beſteht aus 59 Prozent Molybdän und 41 Prozent Schwefel. In der Lötrohrflamme ſchwillt er etwas; führt man ihn langſam quer durch das Enddrittel des Mantels hinüber und herüber, ſo färbt er den Saum, ſo oft er durchgeht, von ſich bildender Molybdänſäure gelbgrün. Mit Soda auf Kohle geglüht und dann befeuchtet giebt er den Geruch von Schwefelwaſſerſtoff. Wird er mit Salpeter gemiſcht, auf ein löffelartig gebogenes Platinablech gelegt, und durch die Lötrohrflamme erhitzt, ſo glüht er ſprühend und löſt ſich vollkommen farblos im Waſſer auf. Salpeterſäure zerſetzt ihn unter Abſcheidung weißer, pulverförmiger Molybdänſäure; in Salpeterſalzſäure giebt er eine grünliche Löſung. — Er kommt bei Altenberg, Zinnwald, Ehrenfriedersdorf, Geyer im Erzgebirge, bei Hochſtätten bei Auerbach an der Bergſtraße, bei Traverſella und Macchetto in Piemont, an vielen Orten in Cornwall in England und in Finnland, bei Nertſchinsk, in Nordamerika und Grönland vor. Der Molybdänglanz findet nur eine ſehr untergeordnete Anwendung; er dient zur Darſtellung einer blauen Farbe, des blauen Karmins, zum Polieren von Stahlwaren und zum Glänzendmachen von Eiſenwaren (gußeiſernen Öfen).

Der **Silberglanz** (Argentit, Glanzerz, Glaserz) kryſtalliſiert in Hexaëdern, Oktaëdern, Rhombendodekaëdern und Ikoſitetraëdern; die

Kryſtalle ſind aber meiſt ſehr ſtark in die Länge gezogen und verboge einzeln aufgewachſen oder zu Druſen oder zu reihenförmigen und treppe förmigen Gruppen verbunden. Außerdem kommt er haarförmig und dral förmig, geſtrickt, baumförmig, in Platten, als Anflug, derb und ei geſprengt vor. Die Spaltbarkeit iſt ſehr undeutlich, der Bruch uneb und hakig. Er iſt geſchmeidig und biegſam (läßt ſich ſchneiden, bieg und platt ſchlagen wie Blei), ſchwärzlich-bleigrau, oft ſchwarz oder brau angelaufen, meiſt wenig glänzend, aber im Strich glänzender. Sei Härte iſt 2—2,5, ſein Gewicht 7—7,4. Er beſteht aus 87 Proze Silber und 13 Prozent Schwefel. Vor dem Lötrohr auf Kohle ſchmil er leicht, treibt dabei Blaſen (ſchwillt ſtark auf), giebt ſchwefelige Säu und hinterläßt endlich ein Silberkorn; legt man auf dieſes etwas Sod ſo kann man es blank glühen, und der Fleck riecht, wenn man ihn b feuchtet, nach Schwefelwaſſerſtoff. In konzentrierter Salpeterſäure iſt unter Abſcheidung von Schwefel löslich. — Bemerkenswerte Fundor ſind Andreasberg am Harz, Freiberg, Schneeberg, Annaberg, Marie berg, Schwarzenberg und Johanngeorgenſtadt in Sachſen, Joachimsth in Böhmen, Schemnitz und Kremnitz in Ungarn, Kongsberg in No wegen, Kolyman im Altai, Guanaxuato in Mexiko, Pasco in Per Arguerros in Chile, der Camſtock-Gang im Staate Nevada in Nor amerika. — Der Silberglanz iſt eins der wichtigſten Silbererze, ja ma benutzte ihn früher wie reines Silber; Kurfürſt Friedrich Auguſt I. lie Schaumünzen mit einem Bruſtbilde daraus ſchlagen; auch Joachimsthal aus Silberglanz exiſtieren. Agrikola, der übrigens ſeiner Zeit außer de ſächſiſchen Fundorten nur noch zwei andere, Abertham und Joachimsth im böhmiſchen Erzgebirge, anführt, ſchreibt über den Silberglanz: „D Natur knetet das Glaserz aus wenig Erde und viel Silber zuſammen aus 100 Pfund Glaserz kann man 90 Pfund und darüber reines Silb ſchmelzen, die darin enthaltene Erde beträgt alſo nicht einmal $^1/_{10}$ de Ganzen.“ Auf der Wiener Weltausſtellung im Jahre 1873 war ei Kongsberger Stück Silberglanz, 100 kg ſchwer, ausgeſtellt, welches eine Wert von etwa 14000 ℳ hatte.

Der **Kupferglanz** (Redruthit, Kupferglas) kryſtalliſiert ſelte deutlich (die Kryſtalle ſind kurze rhombiſche Säulen oder dicke Tafeln die an den beiden ſcharfen Säulenkanten ſo abgeſtumpft ſind, daß ſi regelmäßig ſechsſeitig erſcheinen und an hexagonale Formen erinnern) meiſt kommt er in derben Maſſen, Platten, Knollen, Wülſten, als Ver erzungsmittel von Pflanzen- und Tierreſten (z. B. Fiſchabdrücken) und auch in Pſeudomorphoſen nach Kupferkies und Bleiglanz vor. Er iſ

schwärzlich-bleigrau, zuweilen bläulich oder grünlich angelaufen, meist wenig glänzend, im Strich, der schwarz ist, glänzender. Seine Härte ist 2,5 — 3, sein Gewicht 5,5 — 5,8. Er besteht aus 79,85 Prozent Kupfer und 20,15 Prozent Schwefel. Vor dem Lötrohr auf Kohle (in der Oxydationsflamme), zumal bei Befeuchtung mit Salzsäure, färbt er die Flamme schön blau, schmilzt im Saume der Lötrohrflamme unter starkem Spritzen leicht und riecht nach brennendem Schwefel; im Kern und Mantel der Flamme (in der Reduktionsflamme) erstarrt er; mit Soda giebt er ein Kupferkorn. Von Salpetersäure wird er unter Abscheidung von Schwefel vollkommen gelöst und giebt eine blaue Lösung, welche durch Ammoniak tief himmelblau wird und ein blankes Eisenstäbchen mit rotem Kupfer überzieht. — Bemerkenswerte Fundorte sind Freiberg, Berggießhübel, Marienberg im Erzgebirge, Saalfeld am Thüringerwald, Eisleben im Mansfeldischen, Lauterberg am Harz, Frankenberg in Hessen, Redruth in Cornwall, Arendal in Norwegen, Nischnei-Tagilsk am Ural, der Schlangenberg am Altai. — Der Kupferglanz ist eins der wichtigsten Kupfererze.

Das **Schrifterz** (Schrifttellur, Sylvanit) kommt in kleinen nadelförmigen, monoklinischen Krystallen vor, die unter Winkeln von ungefähr 60 und 120° reihenförmig zu dreieckigen und rhombischen Figuren so mit einander verbunden sind, daß schriftähnliche Zeichnungen entstehen (daher der Name Schrifterz). Ihre Farbe ist zinnweiß oder silberweiß bis weißlich-messinggelb oder auch licht-stahlgrau, die Härte 1,5, das Gewicht 8. Schrifterz besteht aus 26,2 Prozent Gold, 14,3 Prozent Silber und 55,7 Prozent Tellur und schmilzt auf Kohle unter Bildung eines weißen Beschlags nach längerm Blasen oder nach Zusatz von etwas Soda zu einem hellgelben geschmeidigen Silbergoldkorn, das sich in Königswasser mit gelber Farbe und unter Abscheidung von Chlorsilber löst. — Schrifterz findet sich zu Offenbanya und Nagyag in Siebenbürgen und in Kalifornien und wird auf Silber und auf Gold benutzt.

Der **Nagyagit** (Blättertellur) kommt in tafelförmigen rhombischen Krystallen, gewöhnlich aber in dünnen Blättchen oder blätterig vor, ist sehr mild, schwärzlich-bleigrau und stark glänzend. Seine Härte ist 1 — 1,5, sein Gewicht 7. Es besteht aus Blei, Gold (6 — 9 Prozent), Tellur, Kupfer und Schwefel in wechselnden Verhältnissen. Im äußern Aussehen ist der Nagyagit dem Graphit ähnlich, schmilzt jedoch leicht vor dem Lötrohr und ist in Salpetersäure löslich. — Blättertellur kommt bei Nagyag und Offenbanya in Siebenbürgen und in Colorado vor. „Zwei Meilen nördlich von Deva an der Maros", erzählt G. v. Rath

in seinen „Naturwissenschaftlichen Studien" (Bonn 1879), „entdeckte vor etwa hundert Jahren ein Bauer in einer wilden Schlucht des hohen Gebirges eine Ader schwarzer, glänzender Erze und brachte die Stufen nach der Festung Karlsburg zum Stuckhauptmann v. Born, welcher in dem ungewöhnlichen Erz Gold vermutete und fand. F. J. Müller v. Reichenstein entdeckte dann 1782 ein neues Element im Nagyager Erze. Seiner eigenen Entscheidung mißtrauend, sandte er eine Probe des neuen Metalls nach Schweden an den Mineralogen Bergmann, um zu erfahren, ob es Antimon sei oder nicht. Bergmann fand, daß es kein Antimon sei, doch die geringe, ihm zur Verfügung stehende Menge erlaubte eine weitere Untersuchung nicht. Diese war 1798 dem berühmten Chemiker M. H. Klaproth in Berlin vorbehalten, welcher die Eigenschaften des Tellur erforschte und dem neuen Elemente den Namen gab. So hat die zufällige Entdeckung einer schwarzen, schimmernden, anfangs für Eisenglanz gehaltenen Erzader, dann die sorgsame Prüfung desselben durch v. Born der Wissenschaft ein neues Element, dem Lande eine noch nach einem Jahrhundert fließende Goldquelle und einen blühenden Bergort (Nagyag) geschenkt."

Das **Fahlerz** (Tetraëderit, Fahlglanz) kryſtalliſiert häufig in schönen und merkwürdigen tetraëdriſchen Kryſtallen (teſſeralen Halbflächnern, unter denen das Tetraëder, das Deltoiddodekaëder und das Trigondodekaëder am meiſten auftreten); auch Zwillingskryſtalle ſind nicht ſelten ausgebildet. Das Fahlerz kommt aber auch derb und eingeſprengt vor. Es hat ſtahlgraue oder eiſenſchwarze Farbe, oft lebhaften Metallglanz und ſchwarzen Strich; nur bei den zinkreichen Abänderungen iſt der Strich braunrot bis kirſchrot. Die Härte iſt 3—4, das Gewicht 4,3—5,3. Die chemiſche Zuſammenſetzung iſt ſehr verſchieden und danach unterſcheidet man

a) das Antimonfahlerz (auch Silberfahlerz oder dunkles Weißgültigerz genannt) enthält Schwefelantimon und Kupfer, Eiſen, Zink und 1 bis 17 und ſelbſt 32 Prozent Silber, iſt in der Regel eiſenſchwarz, giebt, im Glaskölbchen geſchmolzen, ein dunkelrotes, aus Schwefelantimon und Antimonoxyd beſtehendes Sublimat und ſchmilzt vor dem Lötrohr auf Kohle leicht zu einer grauen Kugel ohne Arſengeruch;

b) das Antimonarſenfahlerz enthält Schwefelantimon und Schwefelarſen, Kupfer und Eiſen, ſehr wenig Zink oder Silber, aber bis 17 Prozent Queckſilber, verhält ſich im Glaskölbchen und vor dem Lötrohr teils wie das vorhergehende, teils wie das nachfolgende;

c) das Arsenfahlerz enthält Schwefelarsen und Kupfer und Eisen, aber kein Zink und Silber und Quecksilber, ist in der Regel hellstahlgrau, giebt im Glaskölbchen ein gelbes, rotes und auch wohl noch schwarzes Sublimat von Schwefelarsen und entwickelt vor dem Lötrohr auf Kohle Arsendampf.

Das Antimonfahlerz ist das am seltensten vorkommende Fahlerz; es findet sich z. B. bei Freiberg in Sachsen, im Harz bei Klausthal, Andreasberg und Neudorf, zu Kapnik in Siebenbürgen und Kremnitz in Ungarn. Das Arsenfahlerz kommt am häufigsten vor, z. B. bei Klausthal und Zellerfeld im Harz, bei Kammsdorf und Saalfeld am Thüringerwald, bei Riechelsdorf in Hessen. Das Arsen-Antimonfahlerz findet sich z. B. bei Freiberg, Annaberg, Marienberg, Johanngeorgenstadt in Sachsen, Dillenburg in Nassau (mit ausgezeichneten Krystallen), Schwaz in Tirol, in Ungarn und Siebenbürgen. — Das Fahlerz dient zur Ausbringung von Kupfer, Zink und Silber.

Das **Schwarzspießglanzerz** (Bournonit) bildet kleine, dick-tafelförmige oder kurz-säulenförmige Krystalle und kommt derb und eingesprengt vor. Er ist stahlgrau bis fast bleigrau und eisenschwarz, und stark glänzend. Härte 2,5 — 3; Gewicht 5,7 — 5,8. Er besteht aus 42,38 Prozent Blei, 24,98 Prozent Antimon, 12,98 Prozent Kupfer und 19,66 Prozent Schwefel. Vor dem Lötrohr auf Kohle schmilzt er, dampft eine Zeitlang und erstarrt dann zu einer schwarzen Kugel, welche, wenn sie stärker erhitzt wird, einen gelben Beschlag von Bleioxyd und, nach Entfernung des Bleies, mit Soda ein Kupferkorn giebt. In Salpetersäure ist er unter Abscheidung von Schwefel und Antimonoxyd löslich und bildet eine blaue Lösung. — Der Bournonit findet sich bei Bräunsdorf, Mohorn und Schönborn bei Freiberg in Sachsen, bei Klausthal und Andreasberg am Harz, bei Kapnik, Nagyag und Offenbanya in Siebenbürgen, in Cornwall, Mexiko, Sibirien. — Er wird auf Blei und Kupfer benutzt.

Der **Melanglanz** (Stephanit, Sprödglaserz) kommt in kleinen, stahl- oder kurz-säulenförmigen rhombischen Krystallen, derb und eingesprengt vor. Er ist mild, aber nicht dehnbar, eisenschwarz oder schwärzlich-bleigrau, selten bunt angelaufen. Seine Härte ist 2 — 2,5, sein Gewicht 6,3. Er besteht aus 68,5 Prozent Silber, 15,3 Prozent Antimon und 16,2 Prozent Schwefel; doch wird oft ein Teil Antimon durch Arsen, und ein Teil Silber durch mehrere Prozent Eisen und etwas Kupfer ersetzt. Hat man Melanglanz in einem Probierglaschen geglüht, weil er leicht springt, und bringt ihn dann auf Kohle in die Lötrohr-

flamme, so schmilzt er leicht zu einer dunkelgrauen Kugel, und giebt der Kohle bei längerm Blasen einen weißen Beschlag, welcher aus oxydiertem Antimon besteht. Mit Soda geglüht giebt die Kugel ein Silberkorn. Kocht man das Erz in Wasser, worin Kali aufgelöst ist, filtriert, setzt dann der Flüssigkeit Salzsäure zu, so entstehen orangefarbene Flocken, welche von der Einwirkung des Kalis und der Säure auf die Verbindung von Schwefel und Spießglanz herrühren. Kocht man das Erz in mit Wasser etwas verdünnter Salpetersäure und setzt dann der Flüssigkeit Ammoniak zu, so färbt diese sich nicht blau, wenn das Erz kein Kupfer enthielt. — Der Melanglanz kommt bei Freiberg, Schneeberg, Annaberg und Johanngeorgenstadt in Sachsen, Joachimsthal und Przibram in Böhmen, Andreasberg am Harz, bei Schemnitz und Kremnitz in Ungarn, auf dem Comstockgang in Nevada u. s. w. vor. — Der Melanglanz gehört zu den reichsten Silbererzen.

Der **Eugenglanz** (Polybasit) kommt in oft sehr dünnen, immer tafelartigen Krystallen, derb und eingesprengt vor. Er ist eisenschwarz (in dünnen Blättchen rot durchscheinend), lebhaft metallglänzend und besteht aus Silber, Antimon und Schwefel; häufig ist mehr oder weniger Antimon durch Arsen, Silber durch Kupfer vertreten. Härte 2 — 2,5 Gewicht 6 — 6,25. Vor dem Lötrohr auf Kohle schmilzt er sehr leicht, entwickelt dabei oft Knoblauchgeruch, beschlägt die Kohle weiß und giebt ein kupferhaltiges Silberkorn. — Der Eugenglanz findet sich bei Freiberg, Annaberg, Johanngeorgenstadt, Oberwiesenthal in Sachsen, Andreasberg am Harz, Joachimsthal und Przibram in Böhmen, Schemnitz und Kremnitz in Ungarn u. s. w. — Der Eugenglanz gehört zu den reichen Silbererzen.

c. Gruppe der Blenden.

Die Blenden haben nichtmetallisches Ansehen, verschiedene Farben, farbigen Strich, meist lebhaften Glanz (der jedoch nie vollkommen Metallglanz ist). Ihre Härte ist gering (H = 1,5 — 2, seltener = 3 — 4). Die wichtigsten Blenden sind die Zinkblende, die Manganblende, der Zinnober (Merkurblende), das Realgar, Auripigment, die Antimonsilberblende und die Arsensilberblende.

Die **Zinkblende** (Sphalerit, Schwefelzink, auch einfach Blende) kommt nicht selten krystallisiert, häufig aber auch derb und körnig, seltener stengelig und faserig (strahlig) oder schalig (Schalenblende oder Leberblende) vor. Die Krystalle sind tesserale Halbflächner (besonders Tetraëder oder Rhombendodekaëder, zeigen oft Zwillingsbildung, sind

parallel den Flächen des Rhombendodekaëders so vollkommen spaltbar, daß man kaum eine Bruchfläche schlagen kann, und besitzen Diamantglanz. Die Zinkblende hat meist dunkle, braune oder schwarze Farbe, seltener ist sie gelb, rot, grün oder farblos; der Strich ist braun bis gelblichweiß. Gewöhnlich ist sie durchscheinend bis undurchsichtig, doch auch halbdurchsichtig, wie die schöne Blende von Picos des las Europas bei Eremita in Asturien, welche bis erbsengroße Höhlungen umschließt, die mit einer Flüssigkeit gefüllt sind, welche überwiegend Chlornatrium und daneben schwefelsaures Zink enthält. An Härte gleicht sie ungefähr dem Flußspat (H = 3,5—4), das Gewicht ist 4. Manche Abänderungen, wie z. B. jene von Kapnik in Ungarn, zeigen beim Reiben Phosphorescenz. Die Zinkblende besteht aus 67 Prozent Zink und 33 Prozent Schwefel; die braunen und schwarzen Blenden enthalten nicht selten Schwefeleisen (bis zu 23 Prozent) oder Schwefelcadmium, zuweilen auch etwas Indium. Im Glasröhrchen geglüht, springt sie meistens und giebt den Geruch brennenden Schwefels. Glüht man dann ein Stückchen auf Kohle, so zeigt es sich gewöhnlich unschmelzbar; setzt man Soda hinzu, so bäckt es damit zusammen, und giebt befeuchtet den Geruch von Schwefelwasserstoff. In konzentrierter Salpetersäure ist sie mit Ausscheidung von Schwefel zu salpetersaurem Zinkoxyd löslich. In Salzsäure gekocht, giebt sie den Geruch von Schwefelwasserstoff. — Zinkblende kommt an vielen Orten vor, meist in Begleitung des Bleiglanzes. Krystallisierte grüne oder gelbe Zinkblende findet sich bei Schartenberg in Sachsen, Przibram in Böhmen, Schemnitz und Kapnitz in Ungarn, braune Blende bei Freiberg und Breitenbrunn bei Schwarzenberg in Sachsen, Kuttenberg in Böhmen, Nagyag in Siebenbürgen, hellgelbe, rubinrote und schwarze zu Ems, schwarze Blende bei Freiberg, Zellerfeld am Harz, Kremnitz und Schemnitz in Ungarn, die faserige zu Freiberg und Aachen. Sehr schöne Zwillingskrystalle finden sich in der Steinkohle bei Potschappel und Burgk bei Dresden, weniger schöne Abänderungen bei Planitz, Bockwa und Schedewitz bei Zwickau. Bei Ammeberg am Wettersee finden sich mächtige Lager von Zinkblende im Gneiß, und in Nordamerika ist sie ebenfalls sehr verbreitet. — Die Zinkblende wird hier und da zur Darstellung von Schwefelsäure und Zinkvitriol benutzt, in neuerer Zeit auch zur Zinkgewinnung verhüttet, indem man sie durch Beimischung von hinreichendem Eisenerz und gebranntem Kalk entschwefelt, oxydiert und dann wie Galmei behandelt.

Die **Manganblende** (Alabandin) kommt in Hexaëdern und Oktaëdern krystallisiert und auch in körnigen Massen vor. Sie ist eisenschwarz

bis dunkel-stahlgrau, läuft an der Luft bräunlich-schwarz an, ist paralle
den Hexaëderflächen spaltbar, hat halbmetallischen Glanz und schmutzig
grünen oder lauchgrünen Strich. Härte 3,5 — 4, Gewicht 4. Sie besteh
aus 63,22 Prozent Mangan und 36,78 Prozent Schwefel. Im Glas
röhrchen erhitzt, giebt sie etwas schwefelige Säure und wird graugrün
vor dem Lötrohr auf Kohle schmilzt sie nach vorheriger Röstung sehr schwe
zu einer braunen Schlacke, mit Borax giebt sie eine violette Perle. I
Salzsäure ist Manganblende unter Entwickelung von Schwefelwasserstof
vollkommen löslich. — Manganblende kommt bei Kapnik, Nagyag un
Offenbanya in Siebenbürgen, am Fuße der Orizaba in Mexiko, i
Brasilien vor. Bei Gersdorf bei Roßwein in Sachsen ist sie nur ein
mal (im Jahre 1853) beobachtet worden. Als Hüttenprodukt wurde si
in deutlichen Krystallen zu Königshütte in Oberschlesien gebildet.

Der **Zinnober** (Zinnabarit, Merkurblende) kommt nur selte
in kleinen undeutlichen rhomboëdrischen Krystallen vor, gewöhnlich ist e
derb, eingesprengt oder angeflogen, dabei körnig, dicht oder erdig. Sein
Farbe ist cochenillerot, in bleigrau und scharlachrot verlaufend, der Strich
ist aber stets scharlachrot. Die Krystallflächen besitzen Diamantglanz
Die Härte ist 2 — 2,5; das Gewicht 8 — 8,2. Zinnober besteht au
86,2 Prozent Quecksilber und 13,8 Prozent Schwefel. Ist er nicht durch
andere Stoffe verunreinigt, so verfliegt er auf Kohle vor dem Lötroh
ohne Rückstand. „Ist er, wie man das oft in Tuschkästen findet, ab
sichtlich mit Mennigen versetzt, so bleibt im Flammenmantel eine Blei
kugel zurück. Erhitzt man in einem Glaskölbchen etwas Zinnober mi
halb so viel sehr feinem Eisenpulver, wie es die Apotheke führt, so ver
bindet sich durch Wahlverwandtschaft das Eisen mit dem Schwefel, da
Quecksilber verdampft metallisch, hängt sich an die kühleren Wände de
Gläschens und kann mit einer Federfahne abgekehrt werden, wobei es sich
sogleich zu kleinen Kugeln vereinigt. Nimmt man, statt des Eisenpulvers
Soda, so bekommt man auch metallisches Quecksilber. In Königswasse
wird das Quecksilber des Zinnobers vom Schwefel getrennt und mit den
Chlor der Salzsäure verbunden; in Schwefelsäure, Salzsäure oder i
Wasser, worin Kali aufgelöst ist, ändert er sich nicht. Fast alles i
Handel kommende Quecksilber ist aus Zinnober gewonnen. Man glüh
ihn in thönernen Gefäßen mit gebranntem, gepulvertem Kalkstein, z. B
Kreide vermengt; der Schwefel verläßt das Quecksilber, verbindet sich
mit dem Kalcium des Kalksteins; das Quecksilber verfliegt durch die Hitze
wird in Verdichtungskammern geleitet und fällt dort flüssig zu Boden
Wo es an Kalkstein gebricht, kann man statt dessen Eisen oder Eisen

Hammerschlag anwenden; der Schwefel bildet dann mit dem Eisen Schwefeleisen." Die reinen Massen des natürlichen Zinnobers benutzt man außer zur Queckſilbergewinnung nur als rote Farbe; der meiſte Zinnober aber, welcher als Malerfarbe in den Handel kommt und auch benutzt wird, um dem Siegellack eine ſchöne rote Farbe zu geben, iſt künſtlich dargeſtellt, indem man Queckſilber und Schwefel gemengt und zuſammen erhitzt hat. — Zinnober findet ſich vorzüglich ſchön zu Idria in Krain, Almadén in Spanien und Neu-Almadén bei San José in Kalifornien, in kleineren Mengen auch am Moſchel-Landsberge und Stahlberge bei Wolfſtein und am Potzberge bei Kuſel in der Pfalz, Olpe in Weſtfalen, Horzowitz in Böhmen, Roſenau und Slana in Ungarn u. ſ. w. Er iſt häufig mit dem ihn umgebenden Geſtein innig gemengt und zuweilen, wie bei Idria, durch Idrialit (ein braunes, foſſiles Erdharz) verunreinigt (Queckſilberlebererz von Idria).

Das **Realgar** (rote Arſenblende, Rauſchrot) kommt in monokliniſchen Säulen, derb, als Überzug und als Anflug vor. Es hat eine ſchöne, morgenrote Farbe, pommeranzengelben Strich, Fettglanz und verſchiedene Durchſichtigkeit. Die Härte iſt 1,5 — 2, das Gewicht 3,4 — 3,6. Es beſteht aus 70 Prozent Arſen und 30 Prozent Schwefel. Vor dem Lötrohr auf Kohle erhitzt, ſchmilzt es und verbrennt mit weißgelber Flamme und ſtarkem Arſengeruch (Knoblauchgeruch). In Salpeterſalzſäure iſt es unter Abſcheidung von Schwefel löslich. Dem Lichte ausgeſetzt, zerfällt das Mineral allmählich zu einem gelblich-roten Pulver. — Es findet ſich zu Schneeberg in Sachſen, Andreasberg im Harz, Joachimsthal in Böhmen, Kapnik und Felſöbanya in Siebenbürgen, Solfatara bei Neapel. Als Produkt von Halbenbränden findet ſich Realgar in ſchönen großen Kryſtallen auf den Halden der Steinkohlenwerke im Plauenſchen Grunde bei Dresden, namentlich bei dem Beckerſchacht zu Hänichen und den Burgker Werken. — Das natürliche Realgar kommt in zu kleinen Mengen vor, um techniſche Verwendung zu finden; aber man ſtellt es künſtlich dar, um es als Farbe und in der Feuerwerkerei zu benutzen. — Es iſt giftig!

Das **Auripigment** (gelbe Arſenblende, Rauſchgelb) kryſtalliſiert in kurzen rhombiſchen, oft tafelförmigen Säulen, welche in der Regel krummflächig und durch einander gewachſen oder zu Druſen vereinigt ſind. Am meiſten kommt es in kurz- und breitſtengeligen oder körnig-blätterigen Maſſen oder in Trümmern vor. Es beſitzt vollkommene Spaltbarkeit, auf den Spaltungsflächen Perlmutterglanz (ſonſt Fettglanz), iſt in dünnen Blättchen biegſam und durchſichtig, zitrongelb bis pommeranzengelb und

hat gleichfarbigen Strich. Die Härte ist 1,5 — 2, das Gewicht 3,5. E besteht aus 61 Prozent Arsen und 39 Prozent Schwefel. Vor dem Lötroh verhält es sich wie Realgar. In Salpetersäure ist es vollständig löslich. – Auripigment findet sich gewöhnlich mit Realgar zusammen. Bemerkenswer Fundorte sind die Grube Samson bei Andreasberg am Harz, Kapnik, Felsb banya und Tajowa bei Neusohl in Ungarn. — Das künstlich bereitete Aur pigment ist eine gesuchte gelbe Farbe, zumal für Ölmalerei. — Giftig!

Die **Antimonsilberblende** (Pyrargyrit, dunkles Rotgültiger kommt kristallisiert, derb und eingesprengt vor. Die rhomboëdrische Kristalle sind meist säulenförmig; auch Zwillinge sind nicht selten. D Farbe ist karmesinrot bis schwärzlich-bleigrau, der Strich stets kirschro der Glanz metallartiger Diamantglanz, die Härte 2 — 2,5, das Gewic 5,8. Sie ist kantendurchscheinend bis undurchsichtig, zeigt beim E wärmen Phosphorescenz und besteht aus 59,9 Prozent Silber, 22,3 Pr zent Antimon und 17,8 Prozent Schwefel. Vor dem Lötrohr auf Koh schmilzt sie leicht, entwickelt dabei schwefelige Säure, aber keinen Arse dampf, beschlägt die Kohle weiß und bildet eine schwarze Kugel, welc mit Soda in der Reduktionsflamme ein Silberkorn giebt. In Salpete säure wird sie zuerst schwarz und bildet dann unter Abscheidung vo Schwefel und Antimonoxyd eine farblose Lösung. — Bemerkenswer Fundorte sind Freiberg, Johanngeorgenstadt, Marienberg und Schneeber in Sachsen, Andreasberg am Harz, Joachimsthal und Przibram i Böhmen, Kremnitz und Schemnitz in Ungarn, Kongsberg in Norwegen. – Die Antimonsilberblende und die Arsensilberblende werden als sehr reic und ziemlich häufig vorkommende Silbererze zur Silbergewinnung benut

Die **Arsensilberblende** (Proustit, lichtes Rotgültigerz) stimmt i Kristallform, Härte und der Art des Vorkommens mit der Antimon silberblende überein; die Farbe ist aber karmesinrot, der Strich gelblich-ro der Glanz Diamantglanz, das Gewicht 5,5; auch ist sie stark durchsche nend, besteht aus 65,4 Prozent Silber, 15,2 Prozent Arsen und 19,4 Pr zent Schwefel und entwickelt vor dem Lötrohr Arsengeruch (Knoblauc geruch). — Bemerkenswerte Fundorte sind Freiberg, Annaberg, Schneeber Marienberg und Johanngeorgenstadt in Sachsen, Wolfach und Wittich in Baden, Markirchen im Elsaß, Joachimsthal in Böhmen, Chalanch im Dauphiné, Guadalcanal in Spanien.

2. Ordnung. Sauerstoff-Erze, oxydische Erze.

Die Sauerstoff-Erze sind Verbindungen der Schwermetalle mit Sauer stoff (also Metalloxyde), die meist durch glühende Kohlen reduziert, d. h

ihres Sauerstoffs beraubt werden, so daß die reinen Metalle geschmolzen zurückbleiben. Sie haben teils metallisches, teils nichtmetallisches Ansehen. Die oxydischen Erze von metallischem Ansehen haben schwarze oder dunkelgraue Farben und roten, braunen oder schwarzen Strich, die oxydischen Erze von nichtmetallischem Aussehen haben verschiedene Farben und verschiedenen Strich, nur keinen grünen oder blauen. Die Härte der oxydischen Erze ist meist eine mittlere (H = 4 — 5). Es gehören hierher das Magneteisenerz, Roteisenerz, Brauneisenerz, Raseneisenerz, Nadeleisenerz, Titaneisenerz, Chromeisenerz, Uranpecherz, Weichmanganerz, Graumanganerz, Hartmanganerz, das Wad, das Kobaltmanganerz, das Zinnerz, der Rutil, das Rotkupfererz, die Kupferschwärze.

Das **Magneteisenerz** (Magnetit) kommt sowohl in gut ausgebildeten Krystallen, wie in losen Körnern (Magneteisensand) und derben Massen vor. Unter den Krystallen, welche dem tesseralen System angehören, sind das Oktaëder und das Rhombendodekaëder am häufigsten. Auch Zwillingskrystalle sind nicht selten; ebenso kommen Afterkrystalle (Pseudomorphosen) des Magneteisenerzes nach Eisenglanz, Eisenspat, Titanit und Glimmer vor. Am häufigsten sind derbe Massen mit körnigem oder dichtem Gefüge, welche nicht selten mächtige Lager und Stöcke bilden. Wenn es in Serpentin, Chloritschiefer, Talkschiefer u. s. w. eingesprengt ist, so macht es diese Gesteine nicht selten magnetisch. Es ist eisenschwarz, zuweilen etwas bräunlich; der Strich ist schwarz, der Metallglanz ist oft unvollkommen, der Bruch muschelig bis uneben, die Spaltbarkeit oktaëdrisch, aber von sehr verschiedenen Graden der Vollkommenheit. Das Magneteisenerz ist etwa so hart wie der Feldspat (H = 5,5 — 6,5) und fünfmal so schwer als das Wasser (G = 4,9 — 5,2). Es besteht aus 72,4 Prozent Eisen und 27,6 Prozent Sauerstoff und ist eine Verbindung von Eisenoxyd und Eisenoxydul. Vor dem Lötrohr ist es sehr schwer schmelzbar — dünne Splitter werden nur gerundet —, aber mit Borax giebt es in dem Saum der Flamme ein gelbliches oder fast farbloses, im Kern und Mantel ein flaschengrünes Glas. In konzentrierter Salzsäure ist es allmählich löslich. Manches Magneteisenerz ist polarisch-magnetisch (natürlicher Magnet). „Legt man ein Stück desselben in Eisenfeilspäne, so zieht es ganze Massen davon an sich, und man bemerkt zwei einander entgegengesetzte Stellen, welche am meisten anziehen; diese nennt man die Pole. Nimmt man ein Stahlstäbchen und bestreicht es von der Mitte bis zu dem einen Ende mit dem einen Pole

des Magnets, dann bis zum andern mit dem andern Pole, so bekomm
der Stab auch die magnetische Kraft und ist nun ein künstliche
Magnet. Durch Glühen geht das magnetische Wesen verloren. — Da
meiste Magneteisenerz ist passiv-magnetisch, d. h. es wird, in Stüc
chen zerschlagen, vom natürlichen oder künstlichen Magnet angezoge
diese Eigenschaft haben auch noch der aktiv-magnetische Magneteisenstei
selber, ferner der Magnetkies, das gediegene und reguliniſch dargestell
Eisen, der Eisenglühspan (Hammerschlag), das reguliniſche Nicke
und Kobalt und viele eisen- und nickelhaltige Mineralien, wenn sie g
glüht worden sind. Von den genannten Stoffen ist Nickel derjenige, welche
gleich dem Stahl, durch Berührung eines Magneten aktiv-magnetisc
wird. — Legt man einen nicht zu kleinen natürlichen aktiven Magne
eisenstein, oder magnetisierten Stahl, auf Quecksilber, woselbst er sic
frei drehen kann, oder auf eine an der Oberfläche des Wassers ruhend
Korkplatte, so dreht er sich, und im letzten Falle samt der Korkplatte
immer so, daß sein einer Pol jedesmal nach Norden, der andere nac
Süden zeigt; diese Beobachtung hat im zwölften Jahrhundert die über
aus wichtige Entdeckung des Kompasses bewirkt. — In neuer Zei
hat man die Bemerkung gemacht, daß Stahl auch durch bloßen Gal
vanismus dauerhaft aktiv-magnetisch werden kann; ferner daß gut ge
reinigtes Schmiedeeisen, welches durch Berührung eines Magnete
oder des Galvanismus magnetisch ist, den Magnetismus augenblicklic
verliert, sobald diese Berührung aufhört. Die Benutzung dieser Eigenschaf
ist für die Telegraphie sehr wichtig geworden."

Die Menge und Massenhaftigkeit der Lager und Stöcke von Magnet
eisenerz, die besonders im Gneiß und Glimmerschiefer vorkommen, nimm
nach Norden hin zu und die größten Massen desselben treten dahe
in den nördlichsten Gebieten von Europa, Asien und Amerika auf. I
Norwegen liegen die Lager von Arendal, die einst zugleich einen un
übertrefflichen Reichtum an verschiedenen seltenen Mineralien geliefe
haben. Viel reicher ist Schweden, denn aus seinem Gneiße trete
ganze Magneteisenerz-Berge hervor. Als „Fernbäraland", d. h. Eisen ge
bärendes Land, berühmt in der schwedischen Geschichte, wird ein Land
strich bezeichnet, welcher, von Ost-Nordost nach West-Südwest das mit
lere Schweden durchziehend, die reichsten und wichtigsten Erzlagerstätte
begreift. Die Eisenzone beginnt mit der Insel Singö, gegenüber de
Alandsinseln. Auf dem Festlande finden wir das berühmte Dannemora
wo in 25 Gruben ein 180 Fuß breiter Stock Magneteisenerz abgebau
wird. Noch weit zahlreicher werden die Eisengruben in den westlich an

grenzenden Distrikten, so bei Norrberg, Filipstad. Etwas außerhalb dieser Zone liegen die Gruben von Utö (auf der auch als Mineralfundstätte berühmten gleichnamigen Insel, südlich von Stockholm), Skalunda, Nartorp bei Södarköping. Ganz aus dieser Zone gerückt, erhebt sich der Taberg (18 km südlich von Jönköping am Wettersee) und noch weit entlegener die Eisenberge Lapplands, der Gellivara (5 km lang, 1 — 3 km breit, 1281 m hoch), der Lusovara, der Svappavara, der Kirunavara. Am Ural wird als Magneteisenerz-Berg bemerkenswert die Wissokaja Gora westlich von Nischne-Tagilsk (600 m lang, 500 m breit, 82 m hoch), die Gora Blagodat bei Kuschwinsk, der Katschkanar bei Turinsk, der Ula-Utasse-Tau am linken Ufer des Uralflusses, eine Meile nordöstlich von Magnitnaja. Außer diesen vier eigentlichen Magnetbergen giebt es im Ural noch zahllose Magneteisenmassen von geringerer Ausdehnung in Form von Stöcken, Gängen und Lagern. Auf dem Gipfel der Gora Blagodat („dem gesegneten Berge") steht eine Eisensäule mit einer Inschrift und einer Kapelle zur Sühnung einer grausen That, die daselbst vor 1½ Jahrunderten verübt wurde. Der Wogule Stephan Tschumpin hatte, verlockt durch die von den Russen auf die Entdeckung und Anzeige von Erzlagerstätten ausgesetzten Belohnungen, den Magnetberg Blagodat verraten. Durch die russische Hüttenansiedelung wurde die Waldung gelichtet, das Wild verscheucht. Die Wogulen, ein armseliges Jägervolk, genötigt, neue Jagdgebiete im nördlichen Ural aufzusuchen, ergriffen zuvor ihren Landsmann und verbrannten ihn lebendig auf dem Gipfel des „gesegneten Berges". In Nordamerika erheben sich aus dem Gebiete des Glimmerschiefers am Lake superior im Vereine mit gediegenem Kupfer mehrere 1000 Fuß mächtige Berge von Magneteisenerz, das zum Teil in Roteisenerz umgewandelt erscheint.

Die Magneteisenerz-Lager in Deutschland erscheinen im Vergleich zu den ebengenannten nordischen als ziemlich unbedeutend. Sie finden sich bei Breitenbrunn bei Schwarzenberg und bei Berggießhübel in Sachsen, Schmiedeberg im Riesengebirge, bei Joachimsthal und Preßnitz in Böhmen, bei Schmiedefeld am Thüringer Wald, bei Altenau (am Spitzenberge), am Harz u. s. w.

Zu den bis jetzt bekannt gewordenen südlichsten Ablagerungen von Magneteisenerz gehören die Lager von Rio auf Elba, von Asturien und von Marbella im südlichen Spanien, sowie die von Brasilien.

Schöne Krystalle von Magneteisenerz sind von Traversella ohnweit Ivrea in Piemont und aus dem Zillerthal bekannt.

Das Magneteisenerz ist eins der vorzüglichsten Eisenerze; es liefert den größten Teil des Eisens, welches in Norwegen, Schweden und Rußland gewonnen wird. Auch liefert es die natürlichen Magnete und hat zur Kenntnis des Magnetismus und zur Verfertigung künstlicher Magnete und Magnetnadeln geführt.

Plinius erzählt, daß die Entdeckung des Magnets auf dem Berge Ida von einem Hirten Namens Magnes geschehen sei, indem die Eisenspitze seines Stockes und die Nägel seiner Schuhsohlen plötzlich am Boden festgehalten worden seien. Nach Aristoteles soll der Name von Magnesia am Berge Sipylus, nordöstlich von Smyrna, stammen, wo jedoch nach Quenstedt nur Talkschiefer vorkommt. Die Magnetnadel (eine Nadel, die, auf Stroh im Wasser schwimmend, sich nach Norden wendet) wird in einem Gedichte von Guyot aus der Provence im Jahre 1190 erwähnt; sie soll aber bei den Chinesen schon 1100 vor Christi Geburt bekannt und benutzt worden sein. Are Frode, ein skandinavischer Schriftsteller des 11. Jahrhunderts, erzählt, daß Floke Vilgerdarson, ein berühmter Wikinger, im Jahre 868 ausgezogen sei, um Gardasholm (Island) aufzusuchen, und daß er als Wegweiser drei Raben mitgenommen habe, weil damals die Seefahrer in den nördlichen Ländern noch keinen „Leitstein" gehabt hätten.

Das **Roteisenerz** (Hämatit) kommt krystallisiert, derb und in verschiedenen nachahmenden Formen (traubig, nierenförmig oder tropfsteinartig) vor. Die Krystalle sind rhomboëdrisch und häufig so stark abgestumpft, daß sie tafelartig erscheinen. Auch Zwillingskrystalle sind nicht selten und ebenso kommen Afterkrystalle oder Pseudomorphosen nach Magneteisenerz, Eisenkies, Eisenspat, Kalkspat und Flußspat vor.

Das krystallisierte Roteisenerz nennt man Eisenglanz. Der Eisenglanz ist eisenschwarz bis dunkelstahlgrau, oft bunt angelaufen und hat lebhaften Metallglanz und roten bis bräunlich-roten Strich. Seine Härte ist 5,5 — 6,5, sein Gewicht beträgt 5 — 5,3. Der in sehr dünnen, nicht selten kirschrot durchscheinenden Tafeln, Blättern und Schuppen (welche in der Regel zu schaligen, sich leicht abblätternden Massen verbunden sind) vorkommende Eisenglanz heißt Eisenglimmer.

Die nichtkrystallisierten, derben und nachahmenden Abänderungen sind gewöhnlich stahlgrau bis mehr oder weniger rot-braun, haben blutroten Strich, wenig oder gar keinen Glanz, geringere Härte (H = 3 — 5) und geringeres Gewicht (G = 4,5 — 4,9). Unter ihnen sind wieder zu unterscheiden die kugeligen, traubigen, nierenförmigen oder tropfsteinartigen (stalaktitischen) Massen, welche stets faseriges und gewöhnlich auch krumm-

schaliges Gefüge besitzen, und faseriges Roteisenerz, roter Glaskopf oder Blutstein heißen; das dichte Roteisenerz mit muscheligem bis unebenem Bruch, das stahlgrau und metallisch schimmernd oder rot-braun und matt ist; die schuppigen oder schaumigen, am Finger stark abfärbenden und sich fettig anfühlenden Massen von bräunlich-roter Farbe oder der Eisenrahm; das erdige, zerreibliche, matte, abfärbende ockrige Roteisenerz (roter Eisenocker), zu welchem auch der sehr feinerdige, stark abfärbende und schreibende Rötel gehört; die erdigen, nicht abfärbenden, mit mehr oder weniger Thon verunreinigten und beim Anhauchen einen Thongeruch verbreitenden roten Thoneisensteine; die durch ihre Härte ausgezeichneten mit Quarz gemengten Kieseleisensteine.

Der Eisenglanz ist reines Eisenoxyd und besteht aus 70 Prozent Eisen und 30 Prozent Sauerstoff; den übrigen Abänderungen ist meist etwas Kieselerde oder Thon beigemengt. Vor dem Lötrohr auf Kohle ist Roteisenerz unschmelzbar; es wird aber schwarz und magnetisch und giebt mit Borax ein gelbliches oder grünes Glas. In Salzsäure oder Königswasser löst es sich nur sehr langsam auf und giebt eine braune Lösung.

Das Roteisenerz ist ein sehr verbreitetes und gewöhnliches Eisenerz. Es kommt als Eisenglanz — zum Teil mächtige Lager bildend — auf der Insel Elba, bei Traversella in Piemont, Framont in den Vogesen, am St. Gotthardt (woselbst sich rosettenförmige Gruppen glänzender, tafelartiger Krystalle, sogenannte Eisenrosen, finden), am Vesuv, Ätna und auf den Liparischen Inseln, an vielen Orten in Norwegen und Schweden, bei Katharinenburg und Nischne-Tagilsk am Ural, bei Altenberg, Breitenbrunn bei Schwarzenberg, Freiberg und Glashütte in Sachsen u. s. w. vor. Pseudomorphosen finden sich bei Rio auf Elba, am Sundwig bei Iserlohn, in Sachsen am Graul bei Schwarzenberg, Ehrenfriedersdorf, Pobershau, auf der Grube Saxonia bei Seifen, bei Berggießhübel u. s. w. Das faserige, dichte und erdige Roteisenerz bildet Lager und Gänge in der Gegend von Schwarzenberg, Johanngeorgenstadt, Eibenstock und Schneeberg in Sachsen, bei Osterode, Lerbach, Altenau, Lauterberg am Harz u. s. w.

Über das Eisenglanzlager von Elba sagt G. vom Rath: „Wer könnte ohne freudige Bewunderung die herrlichen Eisenglanze von Elba betrachten! Manche Teile der Erde besitzen ja gleichfalls große Eisenschätze, aber wohl an keinem andern Orte finden sich gleich massenhafte Blöcke aus einem Aggregat (Haufwerk) der schönsten Eisenglanzkrystalle

bestehend, und wo fände man rote und schwarze Eisenerzfelsen so prachtvoll an steilem Meeresufer entblößt! Den Eisenreichtum der Insel Elba kann man sich in folgender Weise zur Anschauung bringen. Nach der möglichst genauen Schätzung des Ingenieurs Dr. Vinc. Mellini, des langjährigen Leiters der Gruben von Rio, beträgt das Areal der vier Erzmassen der Insel: Rio-Vigneria, Rio-Albano, Terranera und Calamita zusammen 2 110 025 qm oder 2,11 qkm. Nehmen wir als mittlere Mächtigkeit dieser Erzbänke 6 m an, was sicherlich hinter der Wirklichkeit zurückbleibt, so erhalten wir 63 300 000 Tonnen Erz; dessen mittlern Eisengehalt — gleichfalls gering — nur zu 55 Prozent genommen, so ergiebt sich, daß die Insel 34 800 000 Tonnen Eisen liefern könnte. Es betrug aber das gesamte Schienennetz der Erde 1877 42 836 Meilen (321 271 km). Nehmen wir das Gewicht einer Meile Geleise zu 500 Tonnen, so finden wir das Gesamtgewicht aller Schienengeleise der fünf Weltteile = 21 418 000 Tonnen. Elbas Eisen übertrifft demnach um mehr als die Hälfte die gesamte bis zum Jahre 1877 vorhandene Schienenmasse der Erde. Es ist also keine dichterische Übertreibung, wenn der Sänger Virgil die Insel unerschöpflich an Stahl nennt. Nach dem Zeugnis des Aristoteles lieferte Elba ursprünglich Kupfer (es waren die nesterförmigen Vorkommnisse in Gabbro und Serpentin); solche lose umherliegende Stücke Kupfer fand noch vor wenigen Jahren der um seine Heimatinsel wohlverdiente Raffaelo Foresi, der 1876 starb); später erst, nachdem die Kupferlagerstätten erschöpft waren, grub man dort Eisen. Was der alte Geograph Strabo vor 19 Jahrhunderten berichtete, daß er gesehen, wie in Populonia von Aithalia herübergebrachtes Eisen verarbeitet wurde; ‚denn auf der Insel kann man das Erz nicht in Öfen schmelzen, es wird vielmehr, sobald es gegraben, nach dem Festland herübergebracht‘: diese Worte haben buchstäblich noch heute ihre Geltung, wenn man statt Populonia (nur ein armseliges Dorf bezeichnet jetzt die Lage der altehrwürdigen Stadtburg) das drei Meilen gegen Ost-südost liegende Follonica setzt. — Die Eisenlagerstätten gehören dem Ostgestade der Insel an, deren höchst eigentümliche Gestalt die Mannigfaltigkeit und den Reichtum der geologischen Bildung schon ahnen läßt. Der östliche erzreiche Teil der Insel ist wiederum durch die tief einschneidende Bucht von Lungone in eine größere nördliche Hälfte, die Halbinsel von Rio, und eine kleinere südliche Hälfte, das plateauähnliche Vorgebirge von Calamita geschieden. Auf jener liegen von N nach S gereiht folgende Erzmassen: Rio-Albano; reicht vom Meeresspiegel empor bis zum Gipfel des Monte Calandoggio (243 m hoch) und stellt den zweit

größten, bisher noch kaum berührten Eisenschatz der Insel dar; Rio-Vignaria, wo seit den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart stets die bedeutendste Produktion stattfand. Da die Alten nur die größeren Erzblöcke nahmen, die kleineren Stücke aber auf die Halden stürzten, so häuften sich diese zu Bergen an, welche jetzt verwaschen und in leichtester Weise gewonnen werden. Es sind die Gettate lavate (‚gewaschene Halden'), denen fast die Hälfte der jetzigen Produktion entstammt, im Gegensatz zu dem Minerale andante (‚anstehendes Erz'). Die Tonne Erz, aus den alten Halden gewaschen, berechnet sich auf 3 Fr. 19 Cent., während die Tonne des gebrochenen anstehenden Erzes auf 4 Fr. 62 Cent. steigt. Vermöge dieser billigen Gestehungskosten konnte Rio-Vigneria etwas mehr als $^3/_4$ der genannten Erzproduktion Elbas liefern. In der Grube von Rio finden sich die schönen Kryställisationen von Eisenglanz und Eisenkies; man entnahm sie einer zu diesem Zwecke gehauenen Strecke, der Buca degli scherzi (Spiele, ‚Scherze' der Natur nennt der Elbaner die glänzenden Krystalle). Die beiden Erzmassen Terra Nera und Capo Bianco am Eingange in den Golf von Lungone sind von sehr geringer Ausdehnung und Mächtigkeit, im Altertum bereits teilweise abgebaut. Das Vorgebirge Calamita besitzt die größte und merkwürdigste unter allen elbanischen Eisenlagerstätten. Beim Kap gleichen Namens hebt sich die Calamita-Erzmasse in gangähnlicher Lagerung aus dem Meere empor, wölbt sich aufwärts bis zum Gipfelplateau des Monte Calamita (396 m hoch), wo die Mächtigkeit des Erzlagers über 80 m betragen soll. Dort finden sich auch lose Klumpen von attraktorischem Magneteisen, nach denen Kap und Berg genannt wurden (Calamita bedeutet im Italienischen Magnet)."

Die verschiedenen Abänderungen des Roteisenerzes gehören zu den wichtigsten Eisenerzen, so daß ein bedeutender Teil der Eisenproduktion auf ihrem Vorkommen beruht. Der rote Glaskopf, schon den Alten als Hämatites oder Blutstein bekannt und früher hie und da beim Volke gegen Blutflüsse in Ansehen, dient geschliffen, das dichte Roteisenerz gepulvert, zum Polieren von Metall-, besonders Stahlwaren, sowie zur Bereitung von roten Farben. Das ockerige Roteisenerz oder der Eisenocker dient zur Bereitung roter Farben, der Rötel, durch Gummi zusammengehalten, zu Rötelstiften. „Gepulverten, mit Wasser gemischten Rötel gebrauchen die Zimmerleute, um die Schnuren hineinzutauchen, mit welchen sie auf Balken, die behauen werden sollen, Linien ziehen. Statt des Rötels dient hierzu auch von Eisenoxyd stark geröteter Letten, wie er sich in Eisenerzgängen oft findet. — Zur Zeit des Homer färbte man

die Schiffe mit Rötel, der wahrscheinlich mit Ölabgang gemengt wurde; zur Zeit des Marcus Porcius Cato tünchte man Häuser mit Kreide oder Rötel und mischte die zwei genannten Stoffe mit Ölabgang (amurca), um sie dadurch gegen Regen zu schützen. — Wo es an Rötel fehlt, stellt man ihn von jeher aus heftig geglühter Gelberde dar."

Das **Brauneisenerz** (Limonit) kommt nie krystallisiert, sondern nur in nachahmenden Formen oder derb vor. Findet man Krystalle, so sind dies Afterkrystalle (Umwandlungs- oder Verdrängungs-Pseudomorphosen). Nicht selten sind Afterkrystalle nach Eisenkies und Strahlkies, Kalkspat, Flußspat, Eisenspat, Bleiglanz, Zinkblende u. s. w. Häufig bildet das Brauneisenerz kugelige, nierenförmige, traubige oder tropfsteinartige (stalaktitische) Massen mit faseriger Zusammensetzung, welche als faseriges Brauneisenerz oder brauner Glaskopf bezeichnet werden. Von diesem wird das dichte Brauneisenerz mit muscheligem bis unebenem Bruch, das zuweilen dieselben Gestalten zeigt, unterschieden. Das ockerige Brauneisenerz (Brauneisenocker) bildet lockere bis erdige Massen, oft auch einen staubähnlichen Überzug von braungelber bis ockergelber Farbe. Die durch Thon verunreinigten und beim Anhauchen einen Thongeruch verbreitenden Abänderungen von geringer Härte, werden als thoniges Roteisenerz oder als brauner Thoneisenstein unterschieden. Zu diesem gehören die kugeligen oder knolligen Eisennieren und das in linsen-, bohnen- oder kugelförmigen losen Körnern vorkommende Bohnerz. Die Eisennieren haben meist schalige Absonderung und sind oft hohl, auch enthält die Höhlung nicht selten Sand oder Thon oder einen losen Kern, so daß sie beim Rütteln klappern; sie heißen dann Adlersteine oder Klappersteine. Das durch seine Härte ausgezeichnete, von Kieselerde durchdrungene Brauneisenerz wird als kieseliger Brauneisenstein bezeichnet. Dem ockerigen Brauneisenerz steht die Umbra (türkische Umbra) nahe; sie enthält Beimengungen von Braunstein-, Kiesel- und Thonteilchen, ist glanzlos, erdig, zerreiblich, hat muscheligen Bruch, fühlt sich mager an, färbt wenig ab, hängt an der Zunge und zerfällt im Wasser. Die Farbe ist umbrabraun, d. h. düsterbraun, erdbraun. Das faserige Brauneisenerz ist bräunlich-schwarz und hat meist metallischen Glanz, die übrigen Abänderungen sind braun bis gelb und schimmernd oder matt. Der Strich ist gelb-braun bis gelb, die Härte 3,5 — 5,5, das Gewicht 3,4 — 4,9. Brauneisenerz besteht in reinem Zustande aus Eisenoxyd und Wasser (Eisenhydroxyd), wie der Rost, meist ist es jedoch durch andere Stoffe, Thonerde und Kieselsäure, organische Reste und dergleichen verunreinigt.

Im Glaskölbchen erhitzt, schwitzt es Wasser aus und wird braun-rot. Vor dem Lötrohr wird es in der Oxydationsflamme braun-rot, in der innern Flamme dagegen zu einer schwarzen, magnetischen Masse. In Salzsäure ist es schwer, in Salpetersäure leicht löslich.

Das Brauneisenerz tritt häufig auf Gängen und Lagern auf, so bei Schneeberg, Eibenstock, Johanngeorgenstadt und Scheibenberg in Sachsen, bei Brotterode und Saalfeld am Thüringerwald, bei Elbingerode, Rübeland, Clausthal und Iberg bei Grund am Harz, im rheinischen Bergland bei Siegen, Dillenburg und Müsen, am Erzberge bei Eisenerz in Steiermark, am Hüttenberge in Kärnten u. s. w.

Wo Brauneisenerz in Menge vorkommt, wird es ebenfalls zur Gewinnung von Eisen verwendet. Linné glaubte, daß die ersten Menschen reines Eisen aus Brauneisenerz darzustellen versucht hätten, und nannte es daher Tophus Tubalcaini, da Tubalkaïn der erste Eisenschmied („ein Meister in allerlei Erz und Eisenwerk") gewesen sein soll. Das ockerige Brauneisenerz wird als gelbe Farbe und nach vorherigem Glühen als rote Farbe benutzt. Die Umbra, wie sie von der Insel Cypern vorkommt, dient als braune Farbe. Was als kölnische Umbra in den Handel gebracht wird, ist erdige Braunkohle aus der Gegend von Köln; geglüht verbrennt diese wie andere Braunkohle und hinterläßt Asche. — Die gelbe oder braune Färbung des Lehms, der Erde, vieler Kalksteine und anderer Mineralien rührt von der Beimengung von Brauneisenerz (oder natürlichem Roste) her.

Das **Raseneisenerz** (Wiesenerz, Quellerz, Sumpferz, Morasterz) findet sich in schwammartig durchlöcherten Massen, in Knollen und Körnern, hat muscheligen Bruch und geringe Härte; das Gewicht ist 3,3 bis 3,5, die Farbe ist dunkel-gelblichbraun bis schwärzlich-braun und pechschwarz. Es ist immer mehr oder weniger durch Sand (zuweilen bis zu 30 und 50 Prozent) verunreinigt; im übrigen enthält es 20—60 Prozent Eisenoxyd, gewöhnlich auch etwas Eisenoxydul und Manganoxyd, 7—30 Prozent Wasser, mehrere Prozent chemisch gebundene Kieselsäure, bis 6 Prozent Phosphorsäure und organische, aus dem Pflanzenreich stammende Beimengungen. — Das Raseneisenerz, dessen Bildung gegenwärtig noch fortgeht, findet sich vorherrschend in den Tiefländern und auf den Gebirgsebenen der nördlichen Halbkugel, und zwar auf dem Grunde von Seen und Mooren, im Boden von brüchigen Uferländereien und nassen Wiesen oder in sandigen Heiden, teils in kleineren, teils in weit ausgedehnten, aber nicht sehr mächtigen Ablagerungen, so z. B. in der Lausitz (bei Milkel, Königswartha, Großgrabe), in der Gegend von

Großenhain, in Niederschlesien, in der Mark Brandenburg, in Meckle burg, Pommern, Preußen, Polen, Litauen, Rußland. — Das Rasen eisenerz giebt gutes Gußeisen, aber schlechtes Schmiedeeisen, weil de Phosphor das Eisen kaltbrüchig macht, d. h. bewirkt, daß es kal leicht bricht.

Das **Nadeleisenerz** (Göthit, Pyrrhosiderit) bildet kleine, nadel bis haarförmige oder dünn-tafelförmige Krystalle, welche meist zu büsche förmigen Gruppen oder Drusen verbunden sind und dem rhombische Systeme angehören. Die Krystalle und Krystallgruppen sind bisweile in Glasquarz (Bergkrystall) oder Amethyst eingewachsen. Außer in Kr stallen tritt das Nadeleisenerz in trauben-, nieren- und halbkugelförmige Gestalten mit faseriger oder schuppiger Zusammensetzung oder in derbe faserig-körnigen oder schuppigen Massen auf. Auch Afterkrystalle ode Pseudomorphosen nach Eisenkies, Schwerspat und Kalkspat kommen vo Die Spaltbarkeit ist sehr vollkommen, die Farbe gelblich-braun, rötlich braun bis schwarz-braun, der Strich gelblich-braun, der Glanz Diaman glanz und Seidenglanz, die Härte 5 — 5,5, das Gewicht 3,8 — 4,2. I dünnen Blättchen und feinen Nadeln ist das Nadeleisenerz durchscheinend sonst ist es kantendurchscheinend bis undurchsichtig. Es besteht au 90 Prozent Eisenoxyd und 10 Prozent Wasser; ein wenig Eisenoxyd i meist durch Manganoxyd ersetzt, und gewöhnlich ist auch etwas Kieselsäur vorhanden. Im Glaskölbchen giebt es Wasser und wird rot; vor der Lötrohr wird es in der Oxydationsflamme gleichfalls braun-rot, in de Reduktionsflamme dagegen schwarz und magnetisch; es ist sehr schwe schmelzbar und mit Borax und Phosphorsalz verhält es sich wie Eisen oxyd. In Salzsäure ist es leicht löslich. — Das Nadeleisenerz kommt nicht selten auf Erzgängen, bei Schwarzenberg, Geyer, Freiberg un Zwickau (in dem Mandeln des Melaphyr) in Sachsen, bei Iberg un Klausthal am Harz, bei Oberkirchen im Westerwald, bei Siegen i Westfalen, Przibram in Böhmen, in Cornwall in England, am Obere See und in Kalifornien in Nordamerika u. s. w. vor. — Das Nadel eisenerz ist ein sehr brauchbares Eisenerz. — Wahrscheinlich nur eine Ab änderung des Nadeleisenerzes ist das

Eisenpecherz (Stilpnosiderit), welches nicht selten al Überzug auf Brauneisenerz, in nierenförmigen oder tropfsteinartigen Ge stalten, auch derb oder in Afterkrystallen nach Rotkupfererz, Zinkspat Dolomit, Vivianit vorkommt. Die Farbe ist pechschwarz bis schwärzlich braun, der Strich gelblich-braun, der Glanz Fettglanz, die Härte 4,5 — 5, das Gewicht 3,6 — 3,8. Die chemische Zusammensetzung ist nach v. Kobell

wie die des Nadeleisenerzes, nach Ullmann wie die des Brauneisenerzes; meist enthält es etwas Kieselsäure, bisweilen auch etwas Phosphorsäure beigemengt. Es kommt auf Brauneisenerzgängen zwischen Schwarzenberg und Elterlein, bei Scheibenberg und Johanngeorgenstadt, bei Amberg und Arzberg in Bayern, Kamenitz und Pruditz in Böhmen, Siegen in Westfalen u. s. w. vor.

Auch das Kupferpecherz, das nicht selten in Begleitung anderer Kupfererze auftritt und nach den Untersuchungen von v. Kobell als ein Gemenge von Eisenhydroxyd und Kupfergrün zu betrachten sein dürfte, ist hier einzuschalten. Es kommt als Überzug, in tropfsteinartigen Formen, derb und eingesprengt vor, hat muscheligen Bruch, leberbraune bis kastanienbraune Farbe, ockergelben Strich, Fettglanz und verschiedene Härte (H = 3—5). Es findet sich z. B. bei Plauen, Chrieschwitz, Röttis und Bösenbrunn im sächsischen Vogtlande und wird auf Kupfer verschmolzen.

Das **Titaneisenerz** (Ilmenit) kommt sowohl in deutlich ausgebildeten Krystallen, wie in derben Massen mit körnigem, schaligem oder dichtem Gefüge und in losen Körnern (als Iserin) vor. Die Krystalle sind rhomboëdrisch, häufig tafelförmig verflacht, teils eingewachsen, teils aufgewachsen und dann oft zu Drusen oder zu fächerförmigen und rosettenförmigen Gruppen (sogenannten Eisenrosen vom St. Gotthard) verbunden. Der Bruch ist muschelig bis uneben, die Farbe eisenschwarz, oft in Braun geneigt, der Strich meist schwarz, die Härte 5—6, das Gewicht 4,5—5,2. Nach H. Rose und Scheerer ist das Titaneisenerz als eine Verbindung von Eisenoxyd mit blauem Titanoxyd in sehr verschiedenen Verhältnissen zu betrachten. Vor dem Lötrohr ist es unschmelzbar, mit Phosphorsalz giebt es in der innern Flamme ein Glas von bräunlich-roter Farbe. Mit konzentrierter Schwefelsäure erhitzt giebt es eine blaue Farbe, aber keine Auflösung; in Salzsäure oder in Salpetersalzsäure ist es größtenteils sehr schwer löslich. — Bemerkenswerte Fundorte sind Harthau bei Chemnitz (im Chloritschiefer) und der Plauensche Grund bei Dresden (im Syenit), das Stubaithal in Tirol, Hof-Gastein in den Salzburger Alpen, der St. Gotthard, Stockstadt bei Aschaffenburg im Spessart, Ilmensee bei Miask im Ural, Arendal, Egersund in Norwegen. An der Iserwiese auf dem Riesengebirge und bei Klettau in Böhmen kommt es in losen Körnern, als Titaneisensand in ungeheurer Menge an der Ausmündung des Moisiesflusses in den St. Lorenz-Strom vor.

Das **Chromeisenerz** (Chromit) krystallisiert zwar in regulären Oktaëdern, gewöhnlich ist es jedoch derb, körnig oder dicht, auch ein-

gesprengt. Es ist bräunlich-schwarz, halbmetallisch bis fettglänzend u
hat braunen Strich. Bisweilen ist es — von eingesprengtem Magn
eisen — magnetisch. Die Härte ist 5,5, das Gewicht 4,4 — 4,6. D
besteht in der Hauptsache aus Chromoxyd (46 — 60 Prozent), Thoner
(10 — 12 Prozent), Eisenoxydul (18 — 35,5 Prozent) und Magnes
(bis zu 18 Prozent). Vor dem Lötrohr ist es unschmelzbar und unve
änderlich. Schmilzt man etwas von dem gepulverten Erze in die Bora
perle, so erscheint diese infolge des Eisengehalts während des Erkalte
flaschengelb, nach dem Erkalten aber vom Chromoxyd smaragdgrün. D
Erz ist in Säuren fast unlöslich. — Das Chromeisenerz tritt vo
herrschend im Serpentin und im Marmor und Talkgesteinen da auf, w
diese beiden Gesteinsarten mit dem Serpentin im Verbande stehen. S
findet es sich im Serpentin des Wachtberges und Rabenberges bei Wal
heim in Sachsen, bei Kupferberg bei Kulmbach, bei Grochau und Silbe
berg in Schlesien, bei Kraubat in Steiermark, bei Orsowa an der u
tern Donau, in Frankreich, Norwegen, am Ural und in den Vereinigte
Staaten von Nordamerika. — Man stellt aus ihm das Chromoxy
als grünes Pulver, auch Chromgrün genannt, dar, welches für Gla
und Porzellan eine grüne Farbe giebt und auch als Malerfarbe dien
ferner das einfach- und doppelt-chromsaure Kali, welches vielfach i
der Färberei benutzt wird; die Farben, welche der Maler und Färb
Chromgelb und Chromrot nennen, sind chromsaures Bleioxyd
auch chromsaures Zinkoxyd giebt eine schöne gelbe Farbe.

Das **Uranpecherz** (Nasturan) findet sich meist in derben, o
nierenförmigen Massen mit krummschaligem oder stengeligem Gefüge. D
hat eine pechschwarze, auch grünlich- oder gräulich-schwarze Farbe, ein
grünlichen oder bräunlich-schwarzen Strich und Fettglanz. Sein Bruch i
flachmuschelig bis uneben, seine Härte 3,5 — 5,5, sein eigentümliches G
wicht 5 — 8. Man nimmt an, daß sein Hauptbestandteil Uranoxy
oxydul ist (bis 80 Prozent), welches jedoch stets durch Blei, Eise
Arsen, Kalkerde, Magnesia, Kieselsäure, Wismut und andere Bestandtei
verunreinigt wird. Vor dem Lötrohr ist es unschmelzbar; mit Phospho
salz und Borax giebt es in der Oxydationsflamme ein gelbes, in d
Reduktionsflamme ein grünes Glas. Gepulvert löst es sich in der Wärm
in Salpetersäure leicht auf und bei Zusatz von Ammoniak giebt es ein
schwefelgelben Niederschlag; von Salzsäure wird es nicht angegriffen. —
Das Uranpecherz kommt im sächsischen Erzgebirge bei Freiberg, Ann
berg, Marienberg, Wolkenstein, Schwarzenberg, Schneeberg, Johan
georgenstadt, Oberwiesenthal, in Böhmen bei Joachimsthal und Przibram

bei Redruth in Cornwall in England vor. — Das Uranpecherz dient zur Darstellung des schönen Urangelbes und des zeisiggrünen Uranglases und ist jetzt ein wichtiges Mineral geworden, während es ehemals als wertlos galt. Im Jahre 1870 produzierte das sächsische obere Erzgebirge 23 Zentner.

Das **Weichmanganerz** (Pyrolusit, Braunstein) kommt selten in kurz-säulenförmigen, rhombischen Krystallen, die bisweilen an den Enden zerfasert und in der Richtung der Säulenkanten spaltbar sind, vor; gewöhnlich ist es derb, traubig, nierenförmig oder knospenförmig und faserig zusammengesetzt oder dicht und erdig. Afterkrystalle (Pseudomorphosen) nach Manganit, Kalkspat, Dolomit sind nicht sehr selten. Es ist dunkelstahlgrau bis eisenschwarz, der Strich ebenfalls schwarz. Seine Härte ist gering (H = 1,5 — 2,5; die sehr feinfaserigen und erdigen Abänderungen sind noch weicher), daher färbt es leicht ab. Sein Gewicht ist 4,7 — 5, der Glanz halbmetallisch, meist schwach, die faserigen Abänderungen haben fast Seidenglanz. Es besteht aus Mangansuperoxyd mit 63,22 Prozent Mangan und 36,78 Prozent Sauerstoff. Vor dem Lötrohr ist es unschmelzbar; auf Kohle stark geglüht, verwandelt es sich in braunes Oxyduloxyd mit Verlust von 12 Prozent Sauerstoff; mit Borax und Phosphorsalz giebt es in der Oxydationsflamme ein violettfarbiges Glas, welches in der Reduktionsflamme farblos wird. Im Glasröhrchen geglüht giebt es kein oder fast kein Wasser. In erwärmter Salzsäure löst es sich unter starker Entwickelung von Chlor, mit Schwefelsäure erhitzt giebt es Sauerstoff und schwefelsaures Manganoxydul. — Am Thüringerwald wird Weichmanganerz in großer Menge und Güte aus Gängen, die in Porphyr, zum Theil auch in Melaphyr aufsetzen, bei Elgersburg und bei dem Dorfe Öhrenstock unweit Ilmenau gegraben; andere bemerkenswerte Fundorte sind Ilefeld und Goslar am Harz, Horhausen im Nassauischen, Arnsberg in Westfalen, Johanngeorgenstadt und Eibenstock, Langenberg und Raschau bei Schwarzenberg in Sachsen, Irrgang bei Platten in Böhmen, Ehrensdorf bei Trübau in Mähren. — Das Weichmanganerz dient zur Darstellung von Sauerstoff, Chlor und Chlorkalk, zum Entfärben, sowie auch zum Färben der Glasmasse und der Glasuren, als Zuschlag zu Eisenerzen u. s. w.

Das **Graumanganerz** (Manganit, Graubraunstein) krystallisiert in längsgestreiften, zuweilen bis fingerlangen rhombischen Säulen, welche meist durch einander gewachsen oder zu Bündeln vereinigt sind. Im letzteren Falle haben sie mit Zwillingskrystallen, die gewöhnlich so mit einander verwachsen sind, daß sie scheinbar eine einzige, an ihren Seiten-

flächen tief gefurchte und an ihren Endflächen drusig erscheinende Säu
darstellen, große Ähnlichkeit. Nicht selten sind auch die Zwillinge kni
förmig (unter einem Winkel von 122° 50′) mit einander verwachse
Außerdem kommt das Graumanganerz in strahlig-stengeligen oder fa
rigen, seltener in körnigen Massen vor. Die Krystalle sind in der Ric
tung der scharfen Säulenkanten vollkommen spaltbar, der Bruch ist u
eben. Die Härte ist 3,5—4, das Gewicht 4,3—4,4. Im frisch
Zustande ist es dunkelstahlgrau bis eisenschwarz, im Strich braun u
namentlich auf den Spaltungsflächen stark und fast metallisch glänzend, i
veränderten Zustande (bei höherer Oxydation) bräunlich-schwarz und bunt a
gelaufen und im Strich grau-schwarz oder schwarz. Es ist wesentlich Manga
hydroxyd und besteht aus 90,91 Prozent Manganoxyd und 9,09 Proze
Wasser; das Wasser entweicht erst bei einer Temperatur über 200
Vor dem Lötrohr ist es unschmelzbar; Borax wird in dem Mantel d
Flamme amethystrot gefärbt. In konzentrierter Salzsäure ist es unt
Entwickelung von Chlor löslich; die braune Lösung entwickelt beim E
wärmen Chlor und entfärbt sich. — Graumanganerz findet sich b
Ilfeld am Harz, zuweilen auch bei Ilmenau und Öhrenstock am Th
ringerwalde, bei Schwarzenberg im sächsischen Erzgebirge, bei Admont
Steiermark, zu Christiansund in Norwegen. — Es gestattet eine ähnlic
Benutzung, wie das Weichmanganerz, dem es jedoch nachsteht, wenn
sich um die Darstellung von Sauerstoff oder Chlor handelt.

Das **Hartmanganerz** (Psilomelan, Hartbraunstein) findet si
in derben, nieren-, trauben- oder tropfsteinförmigen Massen mit ba
glatter, bald rauhkörniger Oberfläche und krummschaligem, selten dichte
oder undeutlich faserigem Gefüge; bisweilen ist es auch ganz dicht od
erdig; außerdem kommt es in Afterkrystallen nach Kalkspat, Schwerspa
oder Flußspat vor. Es ist eisenschwarz oder bläulich-schwarz, schimme
schwach metallisch, ist im Strich bräunlich-schwarz und glänzend. Sei
Härte ist 5,5—6, es kann daher am Stahle Funken geben. Sein G
wicht ist 4,1—4,3. Es besteht aus Manganoxydul, Barytерde od
Kali und Wasser. Der Wassergehalt beträgt bis 4, selten bis 6 Pr
zent, der Gehalt an Manganoxydul 64—81 Prozent. Vor dem Lö
rohr zerknistert es und färbt die Flamme zuletzt entweder grün (dur
den Barytgehalt) oder violett (durch den Kaligehalt). Im Glaskölbch
geglüht, giebt es Wasser. Konzentrierte Schwefelsäure wird durch d
Pulver rot gefärbt. In Salzsäure ist es unter starker Chlorentwickelu
löslich. — Es findet sich bei Schneeberg, Johanngeorgenstadt und Ann
berg im Erzgebirge, Elgersburg, Ilmenau und Ruhla am Thüringe

walde, bei Eiserfeld und Horhausen im Siegenschen, bei Arzberg im Fichtelgebirge, Neukirchen in Schlesien u. s. w. — Er ist als Zuschlag für Eisenerze sehr geschätzt.

Das **Wad** (Manganschaum) kommt in derben, knolligen, nierenförmigen, tropfsteinartigen, staudenförmigen Massen vor, welche aus feinschuppigen, schaumähnlichen oder mehlartigen Teilchen bestehen und oft krummschalige Absonderung zeigen. Es färbt ab, ist sehr weich und milde, nelkenbraun bis rußbraun, schwach halbmetallisch glänzend, schimmernd oder matt, wird aber im Strich glänzend. Wegen seines porösen und lockern Gefüges ist es scheinbar sehr leicht (es schwimmt auf dem Wasser), aber das wahre Gewicht beträgt doch 2,3 — 3,7. Die chemische Zusammensetzung ist sehr schwankend; in der Hauptsache besteht das Wad aus Mangansuperoxyd, Manganoxydul und Wasser; das Wasser beträgt in der Regel 10 — 15 Prozent, das Manganoxydul ist gewöhnlich teilweise durch etwas Baryt oder Kalk oder Kali vertreten. Im Glaskölbchen giebt es Wasser. Vor dem Lötrohr ist es unschmelzbar, aber mit Borax giebt es im Saume der Flamme ein violettes Glas, welches im Mantel der Flamme wieder farblos wird. Das Wad ist ein Zersetzungsprodukt der manganhaltigen Mineralien. — Es findet sich bei Schneeberg und Langenberg bei Schwarzenberg in Sachsen auf Eisenerzgängen, bei Elbingerode und am Iberg bei Grund am Harz, bei Kemlas und Arzberg in Franken, bei Siegen, im Nassauischen, in England.

Das **Kobaltmanganerz** (Asbolan, Erdkobalt) bildet kugelige, knollige, traubige oder stalaktitische (tropfsteinartige) oder erdige Massen, ist sehr milde und abfärbend, bläulich-schwarz, schimmernd oder matt, hat geringe Härte (H = 1 — 1,5) und das Gewicht beträgt 2,1 — 2,2. Es besteht aus Mangansuperoxyd, Kobaltoxydul und Wasser (21 Prozent), außerdem aus etwas Kupferoxyd, Eisenoxyd und auch kleinen Mengen von Baryt und Kali. Vor dem Lötrohr auf Kohle ist es unschmelzbar, aber mit Borax giebt es im Saume der Flamme (Oxydationsflamme) ein violettes, im Mantel (Reduktionsflamme) ein smalteblaues Glas. In Salzsäure ist es unter Chlorentwickelung löslich; die grünlich-blaue Lösung wird durch Verdünnung mit Wasser rot. — Es findet sich bei Schneeberg und Joachimsthal im Erzgebirge, bei Camsdorf, Saalfeld und Schweina am Thüringerwald, bei Riechelsdorf und Biber in Hessen, bei Wittichen im Schwarzwalde u. s. w. — Das Kobaltmanganerz wird zugleich mit anderen Kobalterzen zur Blaufarbenfabrikation benutzt.

Das **Zinnerz** (Kassiterit, Zinnstein) kommt krystallisiert und in derben, körnigen Massen, seltener faserig zusammengesetzt (Holzzinn) oder

in eckigen Stücken, Geschieben und losen Körnern (Seifenzinn) vor. Di Kryſtalle haben die Form kurzer tetragonaler Säulen, welche mit den tetragonalen Oktaëder verbunden ſind. Sehr häufig kommen Zwillings kryſtalle vor und endlich hat man auch gut ausgebildete Afterkryſtall (Pſeudomorphoſen) nach Feldſpat (Orthoklas) gefunden. Die Kryſtall ſind meiſt aufgewachſen (Zinngraupen), bilden Druſen und haben eine ſehr lebhaften Glanz (Diamant- oder Fettglanz). Sie ſind gewöhnlic braun bis ſchwarz oder grau, ſeltener rot, gelb oder weißlich, am selten ſten farblos, durchſcheinend bis undurchſichtig. Das Zinnerz iſt faſt ſ hart wie Quarz und giebt am Stahle Funken (H = 6—7); ſein Ge wicht beträgt 6,8—7. Es beſteht aus Zinnoxyd und enthält 78,6 Pro zent Zinn und 21,4 Prozent Sauerſtoff. Glüht man ein Stückche Zinnerz im Mantel der Lötrohrflamme auf Kohle, ſo ſchmilzt es nich es wird aber allmählich kleiner und giebt rings um ſich her einen weiße Beſchlag von Zinnoxyd, den man mit der Lötrohrflamme nicht vertreibe kann. Mit Zuſatz von Soda oder beſſer von Cyankalium bekomm man im Mantel metalliſches Zinn. Es löſt ſich in Säuren nicht auf.

Das Zinnerz kommt teils eingewachſen in Geſteinen (wie in Grani Gneiß, Syenit, Felſitporphyr u. ſ. w.), oder auf Gängen, teils loſe in aufgeſchwemmten Sande (in den ſogenannten Zinnſeifen oder Seifenwerken vor. Der reichſte, unerſchöpflich ſcheinende Fundort iſt die zwiſchen Su matra und Borneo gelegene Inſel Bangka. Dr. Epp hat auf dieſe Inſel zwei Jahre gelebt, und berichtet, daß jenes Erz daſelbſt urſprüng lich in Gängen der Granitberge mit Eiſenerz vorkommt, aber auf de ganzen Inſel aus Trümmern jener leicht verwitternden Felſen hervor geſucht wird. Die Gruben von Bangka und Bliton (gemeiniglich Bill ton, eine in der Nähe von Bangka gelegene Inſel, auf welcher auc Zinnerz gefunden wird) werden durch 12000 chineſiſche Bergleute be arbeitet und liefern jährlich über 8 Millionen Kilogramm Zinn, und zwa eine ſehr geſchätzte Qualität, die nur in Holland zu erhalten iſt. Auc die Inſel Junk Seylon an der Nordgrenze der Malakkaſtraße iſt reic an Zinnerz und beſteht ebenfalls aus leicht zerfallendem Granit. Al eine Fortſetzung dieſes Granits iſt wohl derjenige zu betrachten, wel cher auf dem Feſtlande des ſüdlichen Hinterindiens Gebirge bildet, un wo der lockere Boden ebenfalls viel Zinnſtein führt. Die berühmte Zinnerz-Gruben Englands liegen in Cornwall und Devonſhire un liefern jährlich über 100000 Zentner. Die Grube Levant-Mine i Cornwall geht über 960 Fuß tief in die Erde und läuft über 900 Fu weit unter dem Meeresboden fort. In einer andern cornwallſchen Grube

Huel Cuck, welche jetzt wegen drohender Gefahr verlassen ist, hatten die Arbeiter nur 18 Fuß, ja an einer Stelle nur 4 Fuß dicke Felsmassen zwischen sich und dem darüber befindlichen Meere; bei Stürmen hörte man das Meer fürchterlich über der Grube tosen.

In Frankreich tritt das Zinnerz nur vereinzelt bei Limoges, ebenso in Schweden bei Finbo unweit Falun auf.

Spanien und Portugal (Lusitanien und Galicien) gaben zur Zeit der Römer nach Plinius viel Zinn; in der neuesten Zeit liefern indessen nur die Provinzen Orense, Lugo und Zamora Zinn.

Das sächsische Erzgebirge enthält viele Zinnerzgänge, welche den Granit, den Grünstein und hie und da auch den Porphyr durchsetzen, und bei Geising, Altenberg, Zinnwald, Marienberg, Johanngeorgenstadt, Eibenstock, Ehrenfriedersdorf und Geyer abgebaut werden. Man rechnet, daß Sachsen jährlich 3000 Zentner Zinn gewinnt. Böhmen gewinnt aus dem Saatzer und Leitmeritzer Kreise, welche an die genannten sächsischen Fundorte grenzen, besonders von Platten und Schlaggenwald bei Ellbogen über 2000 Zentner.

Endlich scheint auch Kalifornien bei Los Angelos, der Staat Maine bei Waterville und Bolivia außerordentlich zinnreich zu sein.

Das Zinnerz wurde wie kein anderes Erz schon im grauen Altertume vielfach benutzt. Homer kannte es und die Phönizier holten es teils aus Lusitanien, teils von den Kassiteriden (Zinninseln, den jetzigen Scilly-Inseln), um es mit Kupfer zu eisenharter Bronze zusammenzuschmelzen. Wie damals, ist es auch heute noch das einzige Erz, aus welchem man das reine Zinnmetall gewinnt.

Das Zinn ist ein Metall von fast silberweißer Farbe und ausgezeichnetem Metallglanz. Es besitzt krystallinisches Gefüge und kann auch in wohlausgebildeten Krystallen, welche dem tetragonalen System angehören, erhalten werden. In dem krystallinischen Gefüge scheint der Grund zu liegen, daß ein Zinnstab beim Biegen ein knirschendes Geräusch hören läßt; die Krystalle in der Zinnmasse reiben sich durch das Biegen gegen einander. Durch Schmieden und Walzen verliert das Zinn diese Eigenschaft. Sein Gewicht ist 7,3. Es ist etwas härter als Blei, läßt sich mit dem Messer leicht schneiden, leicht und gut in Formen gießen und in dünne Blätter ausschlagen, welche man Stanniol nennt; die dünnsten Blätter werden als unechtes Blattsilber bezeichnet und zum Überziehen der Weihnachtsnüsse verwendet. Bei einer Temperatur von 100° läßt es sich auch zu Draht ausziehen, aber bei 200° wird es so spröde, daß es sich pulvern läßt. Bei sehr niedriger Tem-

peratur zerfällt es unter Aufblähen in körnig-kristallinische Stücke oder in ein grobes Pulver. Hält man Zinn einige Zeit in der Hand, so erteilt es der Haut einen eigentümlichen Geruch, welchen das Metall an und für sich nicht besitzt. Es schmilzt noch leichter als Blei (bei 230°) und deshalb kann ein zinnerner Löffel über der Kerzenflamme und ein zinnerner Teller durch aufgegossenes siedendes Fett zum Schmelzen gebracht werden; bei Weißglut verbrennt es mit weißer Flamme zu Zinnoxyd. Bei gewöhnlicher Temperatur hält sich das Zinn an der Luft lange unverändert, beim Schmelzen an der Luft oxydiert es sich an der Oberfläche, indem es sich mit einer grauen Haut (Zinnkrätze) bedeckt und zuletzt in Zinnoxyd (Zinnasche) verwandelt. Schmilzt man daher Zinn auf der Kohle vor dem Lötrohr im Mantel der Flamme zu einer Kugel (was sehr leicht ist), so umgiebt sich die Kugel mit gelblich-weißem Zinnoxyd, das beim Erkalten weiß wird und durch Glühen nicht entfernt werden kann. Wird der weiße Zinnbeschlag, da, wo er dünn auf der Kohle liegt, mit salpetersaurem Kobaltoxydul befeuchtet und dann stark geglüht, so wird er grün oder blau. Wenn man in ein Probiergläschen etwas klein geschnittenes Zinn (am besten Stanniol) bringt und dasselbe mit so viel konzentrierter Salpetersäure begießt, daß diese einige Millimeter über demselben steht, so verwandelt sich das Zinn unter Wärmeentwickelung und unter reichlicher Entwickelung braun-roter Dämpfe in weißes Zinnoxyd, aber die Salpetersäure hat sich nicht mit dem Zinn verbunden. Durch dieses Verhalten zur Salpetersäure kann man das Zinn von allen anderen Metallen, mit Ausnahme von Antimon, unterscheiden. Kocht man Zinn im Probierglächen etwa eine Minute lang mit konzentrierter Salzsäure, setzt dann 1 Theelöffel Wasser zu und kocht die Flüssigkeit noch etwa 2 Minuten, so sieht man dem Zinn und der Flüssigkeit keine auffallende Veränderung an; es ist aber doch etwas salzsaures Zinnoxydul entstanden und aufgelöst worden; denn schüttet man jetzt Ammoniak zu, so zeigt sich ein weißer Niederschlag (Zinnoxydulhydrat), der sich allmählich etwas bräunt. Erwärmt man Zinn im Probierglächen nur mäßig mit etwas Salzsäure und setzt dieser $^1/_3$ Salpetersäure zu (wodurch Königswasser entsteht), so löst sich das Zinn schnell unter heftiger Erhitzung und Aufschäumen der Flüssigkeit ganz auf. Zugegossenes Ammoniak giebt dann einen starken weißen Niederschlag. Kocht man Zinn erst mit konzentrierter Schwefelsäure (wobei es sich ziemlich rasch auflöst) und dann noch eine Zeit lang mit verdünnter, so erhält man eine blaßbräunliche Flüssigkeit; gießt man derselben Ammoniak zu, so entsteht ein weißer Niederschlag, der sich allmählich etwas bräunt. Tauch

man einen Zinnstab in eine gesättigte Lösung von Zinnchlorid und gießt vorsichtig Wasser darauf, so entstehen an der Berührungsfläche beider Flüssigkeiten auf dem Zinn glänzende Krystalle von Zinn (Zinnbaum).

Zur Gewinnung des Zinns wird das Zinnerz, nach vorhergehendem Rösten, Waschen u. s. w. mit Kohle geschmolzen. Die Kohle entzieht dem Zinnstein den Sauerstoff und man erhält metallisches Zinn, welches noch mancherlei Verunreinigungen enthält. Es wird daher noch einmal bei möglichst niedriger Temperatur geschmolzen, wobei das reine Zinn von den schwerer schmelzbaren Verunreinigungen abfließt und in Blöcke oder Stangen gegossen wird.

Die Verwendung des Zinns ist eine sehr mannigfaltige. Man benutzt es zur Herstellung verschiedener Geräte für den häuslichen und technischen Gebrauch, zur Verzinnung von Kupfer und Eisen (Weißblech), als Stanniol oder Zinnfolie zum Belegen der Spiegel und zum Einwickeln von allerlei Sachen, die nicht austrocknen sollen, zur Darstellung vieler Legierungen (Bronze, Glockengut, Kanonengut) und vieler Zinnpräparate. Die Zinngeräte enthalten immer etwas Blei, weil sie dadurch härter werden und sich weniger leicht abnutzen. Der Bleigehalt darf jedoch $^1/_3$ des Gewichtes nicht überschreiten, ohne daß die Geschirre bei der Anwendung der Gesundheit nachteilig werden. Zum Löten der Zinnwaren wird eine Legierung von Zinn und Blei verwendet. Eine Verbindung von Zinn und Schwefel, welche gelb aussieht und zum Bronzieren von Holz, Gips, Metall dient, ist das sogenannte Musivgold. Das Verzinnen kupferner Gefäße wird schon von Plinius beschrieben, welcher erwähnt, daß ihr Gewicht dabei ein wenig zunehme. Das Verzinnen des Eisens erwähnt zuerst Agrikola († 1555), doch scheint es damals wenig üblich gewesen zu sein, da gewöhnlich behauptet wird, es sei zuerst um das Jahr 1620 in Böhmen entdeckt worden. — Die größte Zinnproduktion hat gegenwärtig England, welches schon den Römern reichlich Zinn lieferte.

Der **Rutil** krystallisiert in tetragonalen, bald kurzen, bald langen bis nadelförmigen Säulen. Häufig kommen Zwillingskrystalle vor; nicht selten sind diese so mit einander verwachsen, daß sie knieförmig gebogene Gestalten und, wenn sich die Zwillingsbildung wiederholt, fast ringförmige Gestalten zeigen. Die Krystalle erscheinen teils aufgewachsen, teils in anderen Mineralien, wie im Quarz oder Bergkrystall, eingewachsen. Letzteres gilt besonders von den zart-nadelförmigen Krystallen, welche bald wie Besen im Bergkrystall auftreten, bald netzartige oder gitterförmige Gewebe in der Masse des Quarzes bilden. Außer in Krystallen tritt der

Rutil in körnigen Massen, Geschieben und Körnern auf. Die Spalt barkeit ist vollkommen, die Farbe rötlich-braun bis blutrot und auc schwarz, der Strich stets gelblich-braun, der Glanz metallartiger Diamant glanz, die Härte 6 — 6,5, das Gewicht 4,2 — 4,3. Er ist durchscheinen bis undurchsichtig und besteht aus Titansäure, und zwar aus etwa 60 Pro zent Titan und 40 Prozent Sauerstoff, außerdem stets aus etwa (1 — 12 Prozent) Eisenoxyd. Vor dem Lötrohr ist er unschmelzbar un unveränderlich, mit Borax und Phosphorsalz giebt er im Saume de Flamme ein farbloses, im Mantel zuerst ein rotes, dann aber (zumal be Zusatz von etwas Zinn) ein violett werdendes Glas. Von Säuren wir er nicht angegriffen. — Der Rutil kommt im Granit, Syenit, Diori Gneiß, Glimmerschiefer, Quarzfels, Serpentin u. s. w. vor, so im Gneiß Diorit und Quarzfels der weitern Umgebung von Freiberg, im Gran bei Roitzschen im Triebischthal bei Meißen, im Serpentin von Zöblit Bei Krummhennersdorf bei Freiberg findet er sich in Geschieben, Kö nern, abgerundeten Krystallen, Zwillingen und Drillingen im au geschwemmten Lande; der größte hier gefundene Krystall wog 9 Lo Andere bemerkenswerte Fundorte sind Bärnau und Aschaffenburg i Bayern, die Saualpe in Kärnten, das Pfitschthal in Tirol, Binnenth im Kanton Wallis, der St. Gotthard, Rosenau in Ungarn, Arendal i Norwegen. Sehr schöne und große, bis pfundschwere Krystalle komme am Graves-Mount in Georgia vor. — Aus dem Rutil verfertigt ma eine gelbe Farbe, welche namentlich in der Porzellanmalerei benutzt wird Der Chemiker Klaproth fand in ihm im Jahre 1795 ein neues Me tall, welches er nach den Titanen, den Ursöhnen der Erde, Titaniu nannte.

Das **Rotkupfererz** (Cuprit) kommt in zierlichen, meist au gewachsenen Oktaëdern und Rhombendodekaëdern krystallisiert, oder der und eingesprengt in körnigen bis dichten Massen vor. Es hat okta ëdrische, ziemlich vollkommene Spaltbarkeit, metallartigen Diamantglan kochenillerote, zuweilen ins Bleigraue spielende Farbe, einen bräunlich roten Strich. Die Härte ist fast die des Flußspats (H = 3,5 — 4) das Gewicht beträgt 5,7 — 6; auch ist es spröde und durchscheinend bi undurchsichtig. Es besteht im reinsten Zustande aus Kupferoxydul m 88,8 Prozent Kupfer und 11,2 Prozent Sauerstoff. Auf Kohle schmil es im Mantel zur metallischen Kugel, die schön blank wird, wenn ma sie noch mit Soda glüht. Es läßt sich in Salzsäure zu bräunlich-grüne Flüssigkeit auflösen; gießt man dann Wasser zu, so bekommt man eine weißen Niederschlag, welcher aus einer Verbindung von Chlor und Kupfe

besteht. In Ammoniak löst es sich zu lasurblauer Flüssigkeit auf. — Das Rotkupfererz kommt, häufig von Malachit, in welchen es sich umwandelt, begleitet, auf Kupferlagererzstätten vor, wie bei Freiberg, Schneeberg und am Graul bei Schwarzenberg im sächsischen Erzgebirge, bei Kupferberg in Schlesien, im Rammelsberg bei Goslar und bei Lauterberg am Harz, bei Kamsdorf am Thüringerwald, bei Rheinbreitenbach u. s. w. Sehr schöne Krystalle finden sich bei Chessy unweit Lyon (aber fast stets mit Malachit überzogen), in Cornwall, im Banat, am Ural, am Altai, im Damaralande (ringsum ausgebildete Krystalle in rotem Eisenthon). — Das Rotkupfererz wird als eines der vorzüglichsten Kupfererze zur Gewinnung von Kupfer benutzt.

Als Abänderungen des Rotkupfererzes sind die **Kupferblüte** (oder der Chalkotrichit) und das **Ziegelerz** zu erwähnen. Die **Kuperblüte** hat genau dieselbe chemische Zusammensetzung wie das Rotkupfererz; auch hat sich G. **Rose** für die Ansicht ausgesprochen, daß seine stets nadel- und haarförmigen Krystalle nur einseitig verlängerte Hexaëder, in denen auch das Rotkupfererz, wenn auch selten, krystallisiert, seien. Die Krystalle sind meist büschelförmig oder netzartig verwachsen und kommen namentlich bei Rheinbreitenbach, in Cornwall, zu Moldawa im Banat vor. Mit dem Namen **Ziegelerz** hat man rötlich-braune bis ziegelrote, erdige Gemenge von Rotkupfererz und Brauneisenerz belegt. Es ist wahrscheinlich aus der Zersetzung von Kupferkies entstanden, wenigstens deuten seine Afterkrystalle nach diesem Erze und sein Vorkommen auf Kupferkieslagerstätten (z. B. bei Kamsdorf und Saalfeld am Thüringerwald, bei Sangerhausen und Lauterberg am Harz, bei Dillenburg im Nassauischen, bei Siegen u. s. w.) darauf hin.

Die **Kupferschwärze** ist eine in Afterkrystallen nach Rotkupfererz und Kupferglanz vorkommende, sehr weiche Masse mit erdigem Bruch und geringem Zusammenhalt. Sie ist bräunlich- oder bläulich-schwarz, matt, im Strich etwas glänzend und besteht aus Manganoxyd, Kupferoxyd, Eisenoxyd und Wasser. Vor dem Lötrohr giebt sie ein Kupferkorn, in Säuren ist sie leicht löslich. Sie findet sich bei Lauterberg am Harz, Freiberg in Sachsen, Siegen und Orawicza.

3. Ordnung. Salz-Erze, salinische Erze.

Die Salz-Erze sind Verbindungen der Schwermetalle mit einer Säure. Sie stellen Mineralien von nichtmetallischem Ansehen und mittlerer Härte (H = 3—5,5) vor. Ihre Farbe ist verschieden, der Strich

ungefärbt. Hierher gehören der Eisenspat, Eisenvitriol, das Blaueisenerz, die Kobaltblüte, das Kieselmanganerz, der Manganspat, der Galmei, Zinkspat, Zinkvitriol, die Kupferlasur, der Malachit, das Kupfergrün, der Kupfervitriol, das Weißbleierz, Gelbbleierz, Buntbleierz, Vitriolbleierz, Wolframerz.

Der **Eisenspat** (Siderit, Spateisenstein) kommt kryſtalliſiert, häufiger aber im derben Zuſtande, bisweilen auch in nachahmenden Geſtalten vor. Die Kryſtalle haben die Form von Rhomboëdern, welche nicht ſelten mehr oder weniger ſtark gewölbte oder auch ſattelförmig eingebogene Flächen zeigen. Die derben Maſſen haben meiſt grob- oder feinkörniges Gefüge und laſſen ſich leicht in Teilrhomboëder ſpalten; ſie ſind aber auch dicht, ſeltener faſerig. Die kleintraubigen und nierenförmigen Abänderungen werden als Sphäroſiderit, die dichten und feinkörnigen, durch Thon verunreinigten Abänderungen, welche teils knollige oder nierenförmige Maſſen, teils zuſammenhängende Lager bilden, als thoniger Sphäroſiderit (oder beſſer als thoniger Siderit, weil ſie vom eigentlichen Sphäroſiderit verſchieden ſind) bezeichnet. Außerdem kommen auch Afterkryſtalle (Pſeudomorphoſen) nach Eiſenkies, Bleiglanz, Flußſpat, Kalkſpat, Dolomit und Schwerſpat vor. Der Eiſenſpat iſt gelblich-grau bis gelblich-braun gefärbt, durchſchimmernd und hat Glas- bis Perlmutterglanz; im zerſetzten Zuſtande iſt er ſchwärzlich-braun bis ſchwarz, undurchſichtig und matt. Der Strich iſt gelblich-weiß bis gelblich. Er iſt bald etwas härter, bald weniger hart als der Flußſpat ($H = 3{,}5 — 4{,}5$), ſein Gewicht iſt $3{,}2 — 3{,}9$. Er beſteht im reinen Zuſtande aus 62,07 Prozent Eiſenoxydul und 37,93 Kohlenſäure, allein ſehr ſelten iſt er rein; wohl immer werden mehrere Prozent Eiſenoxydul durch Manganoxydul (bis 11 Prozent), Magneſia (bis 12 Prozent) oder auch Kalkerde (1 — 2 Prozent) erſetzt. Zu dieſen chemiſchen Beſtandteilen des Eiſenſpates geſellen ſich nun häufig auch noch mechaniſche Beimengungen von Thon, Kalk, Steinkohle und Sand. Der Kohleneiſenſtein (Blackband) iſt ein inniges Gemenge von thonigem Eiſenſpat mit 12 — 36 Prozent Steinkohle, das dickſchieferiges Gefüge, ſchwarze Farbe, dunkelbraunen bis ſchwarzen Strich, keinen Glanz und ein Gewicht von $2{,}2 — 2{,}9$ hat. Friſcher, gelblich-grauer Eiſenſpat zerſpringt heftig, wenn er im Glasröhrchen geglüht wird; bringt man darauf die Stückchen in die Lötrohrflamme, ſo runden ſie ſich und werden vom Magnet angezogen. In Salzſäure löſt er ſich auf, wobei die aus ihm

entweichende Kohlensäure ein Aufschäumen hervorbringt. — Der Eisenspat findet sich vorzüglich in Steiermark, Kärnten und in den angrenzenden Länderstrecken in ungeheuren Massen und bildet öfters ganze Berge, wie den Erzberg bei Eisenerz in Steiermark. Diesen berühmten Berg schildert Prof. G. vom Rath in seinen „Naturwissenschaftlichen Studien" (Bonn 1879), wie folgt: „Es hat der Mutter Natur gefallen, ihre Schätze und Wohlthaten, ihre Heimsuchungen und Qualen höchst ungleich über die Erde zu verteilen und so eine der bedingenden Ursachen aller Menschengeschichte zu schaffen. Im Erzberge bei Eisenerz in Steiermark brachte sie einen der größten Schätze ans Tageslicht empor, eine Eisenerzmasse, welche inbezug auf Umfang und Vortrefflichkeit schwerlich auf Erden ihresgleichen hat. Trotzdem bereits seit zwei Jahrhunderten an diesem einzigartigen Berge das Eisenerz gegraben wird, können noch jetzt die offen zutage liegenden Erze auf 140 bis 170 Millionen Tonnen geschätzt werden. Nimmt man den Wert einer Tonne Erz auch nur zu 6 ℳ an, so erhält man als Wert des Berges die erstaunliche Summe von 840 bis 1020 Millionen Mark. Das Eisen vom Erzberge, das norische Eisen, galt schon den Römern als das allervortrefflichste. Unzweifelhaft hat nicht nur römische Tapferkeit und Staatsklugheit, sondern auch das unübertreffliche Eisen des Erzberges einen wesentlichen Anteil an der Unterwerfung der alten Welt. Der Berg bietet in den jetzt erschlossenen Massen hinlänglich Erz mindestens für ein ferneres Jahrtausend, selbst bei gesteigertem Abbau, dar. Und wenn der ehrwürdige Berg drei Jahrtausende den Menschen auf dem Wege ihres Kulturfortschrittes gedient — o möchte dann das Eisen nur noch als starkes Werkzeug menschlicher Wohlfahrt und nicht mehr, wie heute auch als dämonisches Hilfsmittel zur Vertilgung menschlicher Wesen dienen! — Der Erzberg, 1528 m hoch, sich in SO unmittelbar über dem ‚weitberühmten Markt und Bergwerk Eisenärtz' 686 m hoch erhebend, bietet teils noch waldbedeckte Hänge, teils rötlich-braune, von Terrassen unterbrochene Halden dar. Der terrassenförmige Tagebau ist besonders geeignet, den ungeheuren Umfang des Erzlagers zur Anschauung zu bringen. Nur im Winter, wenn der Tagebau ruhen muß, wird eine vergleichsweise geringe Menge des Erzes durch unterirdischen Bau gewonnen. Vom ‚Gloriett', einem prächtigen Aussichtspunkt (etwa 270 m hoch über der Thalsohle), überblickt man einen großen Teil der Abbau-Terrassen. Glockensignale erschallen, Warnungstafeln werden aufgezogen — und schnell sieht man Hunderte von Arbeitern, die den Berg belebten, in ihren Zufluchtsörtern verschwinden. Sind zehn Minuten verflossen, nachdem das

erste Signal ertönte, so steigt auf der höchsten Terrasse eine kleine Rauchsäule empor, der alsbald Donner und der Absturz einer großen Erzmasse folgt. Von einer Stufe zur andern schreiten die gewaltigen Sprengungen fort, denen aus den Thälern das donnernde Echo antwortet. Kaum hat die letzte Sprengladung ihren Dienst erfüllt (eine einzige wirft zuweilen mehr als 500 Zentner Erz), so kommen schnell die Arbeiter wieder zum Vorschein und beginnen mit ungeheuren Hämmern die Erzblöcke zu zerschlagen. — Am Eigentum des Erzberges participieren zwei große Gewerkschaften, die Innerberger und die Vordernberger. Der Besitz der erstern reicht von der Thalsohle empor bis zu etwa 450 m. Das höhere Gehänge und der Gipfel, sowie der südliche erzleere oder erzarme Abhang gehört den Vordernbergern, welche ihre Erze zunächst durch einen langen, den Berggipfel durchbohrenden Tunnel, dann auf einem Bremsberg hinab nach Vordernberg und Leoben führen."

„Die Erzmasse des Erzberges, Spateisenstein, bildet ein durchschnittlich 60 m mächtiges, doch auf das Doppelte anschwellendes Lager, welches SSW — NNO streicht, am nördlichen Fuß des Berges, nächst Eisenerz, nur mit flacher nördlicher Neigung einfällt oder in schwebender Lage ruht, weiter am Berge empor sich steiler (45 — 60°) aufrichtet und nahe dem Gipfel senkrecht steht oder sogar in überstürzter Lage gegen Süden fällt. Am jenseitigen Thalgehänge gegen NW findet man das Erzlager, wenn auch mit sehr verminderter Mächtigkeit, wieder. Es muß demnach durch die Thalerosion hier eine ungeheure Quantität des vortrefflichen Erzes fortgeführt sein. Das Eisenspatlager ruht auf Kalkstein, dieser auf einer talkig-chloritischen Grauwacke, unter welcher schwarzer Thon- und Kieselschiefer erscheint. Über dem Lager tritt zunächst eine Kalkbreccie auf, dann roter Schiefer (untere Trias). Herrn Dionys Stur verdankt man den Nachweis, daß das Erzlager, unzweifelhaft der reichste Schatz der gesamten Alpenkette, der silurischen Formation angehört. Zu dieser wichtigen Entdeckung wurde Herr Stur angeregt durch die dem Schichtmeister Herrn Haigl gelungene Auffindung eines Stückes Eisenspat mit dem Abdruck einer Rhynchonella, nur wenige Schritte von dem oben erwähnten ‚Gloriett' entfernt. Feinkörniger Eisenspat (‚Flinz') bildet das herrschende Erz, welches neben 53,4 Prozent Eisenoxydul, 3 Prozent Manganoxydul und 5 Prozent Magnesia enthält. Durch Oxydation entstehen daraus die geschätzten ‚Blauerze', von Mangan blau-schwarz gefärbte Brauneisensteine. Diese Oxydation hat bei größeren Blöcken zuweilen einen kleinen, durch lichte Farbe von der dunklen Hülle abstechenden Kern verschont, welcher, wenn er frei und lose in der Höhlung liegt, eine

Art von Adlerstein bildet. Zu den schönsten Mineralbildungen gehören die ‚Eisenblüten', prachtvolle, vegetationsähnliche Gebilde von Aragonit, welche aus dem zu Braun- oder Blauerz umgewandelten Eisenspat herauszuwachsen scheinen. Das Schneeweiß der ‚Blüte' bildet einen merkwürdigen Kontrast zu dem dunklen Eisenerz, auf welchem sie ruhen. Diese zarten Steinpflanzen finden sich in den sogenannten Schatzkammern, Höhlungen, welche beim Fortschreiten der Arbeiten sich von Zeit zu Zeit öffnen. Auch finden sich breccienähnliche Gebilde, in denen die Brauneisenstücke durch ein weißes Aragonitnetz verbunden sind, es ist das ‚Kletzenbrot' der steirischen Bergleute. Zuweilen kommt der Aragonit auch in großen, derben Blöcken vor. Als ein Unikum an Größe bewundert man einen mit schönem Relief geschmückten Block in der Bergkapelle, deren Altar die hier auf dem Erzberg bezeichnenden Worte des Psalmisten trägt: ‚Herr, wie sind deine Werke so groß und viel!' Den Gipfel des Erzberges schmückt und weiht ein riesengroßes eisernes Kreuz, aus dem Stein des Berges geschmolzen, nebst seinem Bilde gewidmet vom Erzherzog Johann."

Außer in den genannten Ländern trifft man den Eisenspat in der Gegend von Plauen, bei Ehrenfriedersdorf, Johanngeorgenstadt, Marienberg und Annaberg in Sachsen, bei Lobenstein im reußischen Vogtlande, bei Brotterode und Herges unweit Schmalkalden am Südrande des Thüringerwaldes, bei Clausthal und Iberg am Harz, bei Müsen im Siegenschen, bei Dillenburg, Holzappel und Ems an der Lahn. Schöne Krystalle finden sich in den Gruben am Pfaffen- und Meiseberg bei Neudorf am Unterharz, auf der Grube „Silberner Nagel" bei Stollberg, bei Lobenstein im reußischen Vogtlande u. s. w. Reiner Sphärosiderit kommt sehr schön in Höhlungen und Blasenräumen im Basalt und Dolerit bei Steinheim und Wilhelmsbad bei Hanau, bei Oberkassel am Siebengebirge, bei Dransfeld unweit Göttingen, am Schleekretzscham bei Zittau und bei Schmiedeberg in Sachsen, am Ätna, auf den Faröern u. s. w. vor. Der thonige Siderit ist in der Stein- und Braunkohlenformation sehr häufig, so bei Zwickau (Schedewitz, Bockwa, Planitz, Oberhohndorf) in Sachsen, wo er häufig Bleiglanz, Zinkblende und Nakrit (als weißen, mehligen Anflug) und Pflanzenabdrücke, seltener Eisenkies, Kupferkies, Schwerspat und Braunspat umschließt, bei Saarbrücken, in Westfalen, Schlesien, England. Der Kohleneisenstein bildet 1—12 Fuß mächtige Lager im Steinkohlengebirge bei Bockum in Westfalen, Steyerdorf im Banat, in Schottland und England, wo er Blackband heißt.

Sowohl der eigentliche, als auch der thonige Eisenspat liefern ei
ganz vorzügliches Material für die Gewinnung von Eisen und Stah
so daß viele der bedeutendsten Eisenwerke lediglich auf dem Vorkomme
dieser Mineralien beruhen.

Der **Eisenvitriol** (Melanterit, grüner Vitriol) tritt in der Nat
selten deutlich krystallisiert, gewöhnlich tropfsteinartig (stalaktitisch), traubig
nierenförmig, als Kruste, in haarfeinen (fast wie Schimmel aussehenden) un
büschelig vereinigten Nadeln und als pulveriger Beschlag auf. Der in de
Handel kommende, künstlich dargestellte Eisenvitriol bildet große Krystall
welche schiefe, kurze Säulen oder dicke Tafeln vorstellen und dem monokl
nischen Krystallsystem angehören, obgleich sie fast wie Rhomboëder aussehe
Der Bruch ist flachmuschelig, die Farbe trübgrün (lauchgrün und ber
grün), das Gewicht 1,8 mal so groß als das des Wassers. Er ist mei
durchscheinend (durchsichtig bis undurchsichtig) und so hart wie Steinsa
(H = 2). Liegt Eisenvitriol an der Luft, so nimmt das Eisen sein
Oberfläche allmählich mehr Sauerstoff auf, wodurch eine ockergelbe b
gelb-braune Färbung entsteht. Der Geschmack ist eigentümlich herbe; m
nennt ihn tintenartig, weil er sich auch in der gewöhnlichen, mit Eise
vitriol bereiteten Tinte findet. Frisch krystallisiert besteht der Eisenvitri
aus 28,77 Schwefelsäure, 26,62 Eisenoxydul, 44,61 Wasser. Hält m
ihn (etwa 5,5 cm hoch) über die Lichtflamme, so zischt er, indem sein Wass
flüchtig wird, und er erscheint dann weißlich. Glüht man ihn auf Koh
im Mantel der Lötrohrflamme, so verliert er erst sein Wasser, dann sei
Schwefelsäure, und es bleibt ein Klümpchen oxydierten Eisens, welch
vom Magnet angezogen wird. Löst man Eisenvitriol im Probierglässch
in Wasser auf, thut etwas Blutlaugensalz hinein und schüttelt die Mass
so wird sie schön blau; es entsteht nämlich das sogenannte Berliner
blau, wenn sich der im Blutlaugensalz enthaltene Stoff, welchen m
Cyan nennt, mit dem Eisen des Eisenvitriols verbindet. Wirft man
Wasser, worin Eisenvitriol aufgelöst ist, einen zerschlagenen Gallapfe
oder etwas Blauholz, oder Eichenrinde, und kocht dann das Wasser,
verbindet sich die in diesen Dingen enthaltene Gerbsäure mit dem ox
dierten Eisen des Eisenvitriols, und diese Verbindung bildet die schwar
Farbe der gemeinen Tinte, der Hüte und Tuche. Da die Schwefelsäu
des Eisenvitriols bei dieser Gelegenheit frei wird, so kann man m
solcher Tinte nicht schreiben, ohne daß die Stahlfedern allmählich von ih
verzehrt werden. Viel Eisenvitriol wird zur Bereitung der rauchende
Schwefelsäure (des Vitriolöls) verbraucht. Zu diesem Zwec
röstet man erst das Eisenvitriol und setzt es dann in thönernen Gefäße

(Retorten) der Weißglühhitze aus, wobei seine Schwefelsäure sich trennt und in anderen thönernen Gefäßen (Vorlagen) aufgefangen wird, während in den Retorten rot oxydiertes Eisen (Colcothar) zurückbleibt, welches als Farbe und zum Polieren dient. Um Holz vor Fäulnis zu schützen, tränkt man es mit Eisenvitriol. — In der Natur findet sich Eisenvitriol nur in geringer Menge, und zwar in alten Bergwerken und auf allen Gängen und Lagern, welche Eisenkies oder Strahlkies führen, z. B. am Graul bei Schwarzenberg (namentlich auf der Grube „Stamm Asser"), bei Schneeberg, Freiberg, bei Potschappel und Burgk bei Dresden (als Ausblühung in der Steinkohle), bei Oppelsdorf und Weigsdorf bei Zittau (als Ausblühung in der Braunkohle), im Rammelsberg bei Goslar, wo er schöne Stalaktiten, und auf der Grube „Gießhübel" bei Bodenmais in Bayern, wo er schöne Krystalle bildet, bei Falun in Schweden, bei Idria. — Für den Handel wird er aus Eisenkies erzeugt, den man röstet oder bloß verwittern läßt, bis sich durch Aufnahme von Sauerstoff aus seinem Schwefel Schwefelsäure, aus seinem Eisen Eisenoxydul bildet. Eisen-, Kupfer- und Zinkvitriol sind, wenn sie verschluckt werden, alle drei giftig!

Das **Blaueisenerz** (Vivianit, Eisenblau) kommt krystallisiert, in kugeligen und nierenförmigen Gestalten, derb, eingesprengt und in erdigen bis staubartigen Massen (Blaueisenerde) vor. Die meist kleinen, aufgewachsenen Krystalle sind monokliniſche Säulen, welche in ihren Formen viel Ähnlichkeit mit Gipsspatkrystallen haben und vollkommene Spaltbarkeit besitzen. Die kugeligen und nierenförmigen Gestalten haben strahlig-stengeliges oder faseriges Gefüge. Im krystallisierten Zustande ist das Blaueisenerz indigoblau bis schwärzlich-grün und bläulich-grün und im Strich erst bläulich-weiß, dann (bei Zutritt der Luft) blau; als erdige Masse ist es auf der Lagerstätte, so lange es gegen die Luft abgeschlossen ist, weiß oder farblos, an der Luft wird es blau. In dünnen Blättchen ist es biegsam und durchscheinend bis durchsichtig, auf den Spaltungsflächen stark perlmutterglänzend; die Härte ist gleich der des Steinsalzes (H = 2) und das Gewicht beträgt 2,6 — 2,7. Es besteht aus 43,03 Prozent Eisenoxydul, 28,29 Prozent Phosphorsäure und 27,95 Prozent Wasser und ist demnach ein wasserhaltiges Eisenphosphat. Im Glaskölbchen giebt es viel Wasser, es bläht sich auf und wird stellenweise grau und rot. In der Lötrohrflamme, die es wegen des Gehaltes an Phosphorsäure bläulich-grün färbt, schmilzt es zu einer grauen und glänzenden Kugel, die vom Magnet angezogen wird. In Salz- und Salpetersäure ist es leicht löslich. — Das Blaueisenerz findet sich schön

kryſtalliſiert auf den Zinn- und Kupfererzgängen von St. Agnes in Corn
wall, auf den Brauneiſenlagerſtätten von Bodenmais und Amberg i
Bayern, auf den Goldgängen von Veröspatak in Siebenbürgen. Außer
dem kommt es in Blaſenräumen von baſaltiſcher Lava vor, z. B. a
Isle-de-France und in Sicilien. Endlich hat man es auch ſchon i
verſteinerten Muſcheln bei Kertſch in der Krim, in den Mullica Hill
in New Jerſey, in Säugetierknochen (und zwar kryſtalliſiert) aus de
Laibacher Torfmoor, in den Menſchenknochen in der Scharleygrube b
Tarnowitz in Oberſchleſien, in Spalten von halbverkohlten oder faulige
hölzernen Brückenpfeilern und Balken von Gebäuden, welche auf moorige
Grunde ſtanden (z. B. bei Eiſenach), in Höhlungen von Steinkohle
ſchlacken bei La Boniche in der Auvergne und in den thonigen Sand
bei den Antwerpener Feſtungswerken gefunden. Das erdige Blaueiſene
kommt teils als Gemengteil der durch das ganze nordweſtliche und nör
liche Tiefland Deutſchlands verbreiteten Raſeneiſenerze, teils lagerwei
auf dem Grunde von Torfmooren (z. B. zu Jahnsgrün bei Schneeber
bei Eibenſtock, im Kriegwald bei Olbernhau im ſächſiſchen Erzgebirg
bei Oſchatz, am Bienitz bei Leipzig, im Hagenbruche bei Braunſchwei
in Oſtfriesland, Schleswig), teils neſterweiſe in Lehm- und Thonlage
(z. B. bei Cainsdorf und Pölbitz bei Zwickau, bei Hillentrupp i
Fürſtentum Lippe) vor. — In manchen Gegenden, z. B. in Schwede
wird das erdige Blaueiſenerz als blaue Farbe benutzt. Nach F. Sen
hält man den Blaueiſenerz enthaltenden Torf für beſonders gut, z. B
in Oſtfriesland.

Die **Kobaltblüte** (Erythrin, roter Erdkobalt) kommt in nade
oder haarförmigen Kryſtallen und in Afterkryſtallen (Pſeudomorphoſe
nach Speiskobalt vor. Die kleinen Kryſtalle, bündel- oder büſchelarti
auch ſternförmig gruppiert, ſind als monokliniſche Säulen zu betrachte
Sie ſind durchſcheinend, glas- bis perlmutterglänzend und karmeſin- b
pfirſichblütrot, bisweilen auch blaß-roſenrot. Die Härte iſt 2,5, das G
wicht 2,9 — 3,0. Die Kobaltblüte beſteht aus 37,56 Prozent Kobal
oxydul, 38,40 Prozent Arſenſäure und 24,04 Waſſer. Einen ſchwache
hellroten, mit arſeniger Säure gemengten Beſchlag von Kobaltblüte, d
auch manche Steine tief eindringend färbt, nennt man Kobaltbeſchla
Beide Erze haben das Gute, daß ſie durch ihre ſchöne Farbe dem Ber
mann das Vorhandenſein von Kobalt verraten. Sie geben, im Gla
röhrchen geglüht, Waſſer, auf Kohle im Mantel der Lötrohrflamme g
glüht, giftigen, knoblauchartig riechenden Arſendampf. Nach dem Glühe
ſieht man auf der Kohle einen weißen Beſchlag von arſeniger Säur

den man mit der Flamme vertreiben kann; das Erz selber ist schwarz geworden und wird vom Magnet angezogen. Kobaltblüte und Kobaltbeschlag lösen sich in Salzsäure zu rosenroter Flüssigkeit auf. Die Kobaltblüte ist ein Zersetzungsprodukt kobalthaltiger Kiese, besonders des Speiskobalts und bildet sich heute noch sowohl in Kobaltgruben, als auch über Tage, auf Halden. Von besonderer Schönheit wird sie namentlich in den oberen Teufen der Kobalt- und Nickelgänge zu Schneeberg in Sachsen angetroffen, weniger schön bei Annaberg, Marienberg, Johanngeorgenstadt und Freiberg. In Bockwa und Oberhohndorf bei Zwickau hat man sie als Anflug auf Steinkohle gefunden. Ebenso findet sich Kobaltblüte in den Kobaltgruben Thüringens, z. B. bei Saalfeld, Schweina und Eckardtshausen bei Eisenach, auch bei Riechelsdorf in Hessen u. s. w.

Das **Kieselmanganerz** (Rhodonit) kommt meist nur in derben Massen von feinkörnigem oder dichtem Gefüge vor, ist spröde, dunkelrosenrot, bläulich-rot bis rötlich-braun und auch grau, glas- bis perlmutterglänzend, durchscheinend und ziemlich hart (H = 5—5,5). Das Gewicht ist 3,5—3,63. Es besteht aus Manganoxydul und Kieselsäure, doch wird das Manganoxydul zu einem kleinen Teile von Kalkerde vertreten. Vor dem Lötrohr schmilzt es im Mantel der Flamme zu einem roten Glase, im Saume zu einer schwarzen, metallglänzenden Kugel. Mit Borax und Phosphorsalz giebt es die Reaktion auf Mangan. Von Salzsäure wird es nicht angegriffen. — Es findet sich im Kieselschiefer am Schebenholze bei Elbingerode und auf einem Eisensteinlager am Oberstahlberg bei Rübeland am Harz, auf Erzgängen bei Kapnik in Siebenbürgen, bei St. Marcel in Piemont und von besonders schöner Farbe und in großen Massen bei Schabrowa unweit Katharinenburg in Sibirien, wo Vasen und andere Ornamente daraus geschliffen werden.

Der **Manganspat** (Rhodochrosit) kommt krystallisiert, in kugeligen, traubigen und nierenförmigen Gestalten, in derben Massen von körnigem Gefüge und endlich auch in Afterkrystallen nach Bleiglanz und Kalkspat vor. Die Krystalle sind meist Rhomboëder und ihre Flächen, wie beim Eisenspat, oft sattelförmig oder linsenförmig gekrümmt. Die traubigen Massen sind, zumal bei schön roter Farbe, oft einer Himbeere ähnlich (Himbeerspat) und haben oft stengeliges Gefüge. Er ist gewöhnlich rosenrot bis himbeerrot, aber auch rötlich-weiß, glasglänzend bis perlmutterglänzend, durchscheinend, etwa so hart als Flußspat (H = 3,5—4,5), 3,5 mal so schwer als Wasser und besteht in der Hauptsache aus 61,74 Prozent Manganoxydul und 38,26 Prozent Kohlensäure (ist also ein Mangankarbonat). Vor dem Lötrohr verknistert er oft sehr heftig, ist

unschmelzbar und wird grünlich-grau bis schwarz. In Salzsäure ist bei gewöhnlicher Temperatur langsam, in der Wärme rasch und m starkem Brausen löslich. — Manganspat ist verhältnismäßig wenig v breitet. Bemerkenswerte Vorkommen sind Freiberg (besonders Gru „Alte Hoffnung Gottes" Erbstollen zu Kleinvoigtsberg) und Schwarze berg in Sachsen, Ilfeld und Elbingerode am Harz, Horhausen im Sieg schen, am Gonzen bei Sargans in der Schweiz, Kapnik und Schemn in Ungarn, Nagyag und Offenbanya in Siebenbürgen u. s. w. D Grund von dem verhältnismäßig sparsamen Auftreten des Manganspat liegt wohl zum Teil in der leichten Oxydierbarkeit desselben, der zufol er sich unter dem Einflusse von feuchter Luft bald von seiner Oberflä aus in Manganhydroxyd (Manganit) umwandelt.

Der **Galmei** (Calamin, Hemimorphit, Kieselgalmei, Zinksilik kommt kristallisiert, in kugeligen und nierenförmigen Gestalten, wel ein strahlig-faseriges Gefüge haben, und in derben Massen von feinkö nigem, dichtem und erdigem Gefüge vor. Die Kristalle, in der Reg klein und teils länglich-tafelförmig oder breit-säulenförmig, teils pyr midenförmig, gehen an ihrem untern Ende (wenn es nicht infolge v Aufwachsung unentwickelt geblieben ist) stets in eine vierflächige Pyrami aus, gehören dem rhombischen System an und sind in der Richtung d Hauptaxe hemimorph, d. h. unsymmetrisch entwickelt, indem ihr ober Ende eine ganz andere Flächenentwickelung zeigt als ihr unteres. Die Kr stalle sind ferner vollkommen spaltbar, durchsichtig oder durchscheinend u besitzen auf manchen Flächen lebhaften Glasglanz. Endlich kommt d Galmei auch in Afterkristallen (Pseudomorphosen) nach Kalkspat, Dol mit, Flußspat, Bleiglanz und Pyromorphit vor. Er ist weiß od farblos, oft aber verschiedentlich grau, gelb, rot, braun, grün und bla doch gewöhnlich licht gefärbt. Die Härte ist 5, das Gewicht 3,35 — 3,5 Der Galmei besteht aus 67,5 Prozent Zinkoxyd, 25 Prozent Kieselsäu und 7,5 Prozent Wasser. Im Glaskölbchen giebt er Wasser; vor de Lötrohr zerknistert er etwas, schmilzt aber nicht; mit einer Lösung v salpetersaurem Kobaltoxydul befeuchtet und dann geglüht, färbt er s blau und grün. Mit Borax giebt er ein farbloses Glas. In Sa säure ist er unter Abscheidung von Kieselgallert (ohne Aufbrausen) lö lich. — Der Galmei kommt besonders auf Gängen in Kalksteingebirg oft in bedeutender Menge vor, so am Altenberge bei Aachen, bei Lütti bei Iserlohn und Brilon in Westfalen, bei Tarnowitz in Oberschlesi bei Freiberg im Erzgebirge, Andreasberg und Goslar am Harz, B Badenweiler und Gersbach im Schwarzwalde, zu Bleiberg, Raibel u

Rosseg in Kärnten, zu Feigenstein in Tirol, Rezbanya in Ungarn. — Der Galmei ist nächst dem Zinkspat das wichtigste Erz für die Zinkgewinnung.

Der **Zinkspat** (Smithsonit, Kohlengalmei, Zinkkarbonat) kommt gewöhnlich in nierenförmigen Massen, oder derb mit feinkörniger oder dichter Zusammensetzung, seltener in deutlichen Krystallen vor. Die Krystalle sind klein oder sehr klein, stumpfkantig und oft wie abgerundet, und sitzen gewöhnlich, zu Drusen vereinigt, in den Hohlräumen der traubigen und tropfsteinförmigen Massen. Auch Afterkrystalle nach Kalkspat und Flußspat kommen vor. Der Zinkspat ist im reinen Zustande farblos oder weiß, doch oft gelblich, gräulich, grünlich, bläulich oder braun gefärbt, durchscheinend bis undurchsichtig und glas- oder perlmutterglänzend. Die Härte ist gleich der des Galmei (H = 5), das Gewicht aber höher (G = 4,1 — 4,5). Er besteht aus 64,8 Prozent Zinkoxyd und 35,2 Prozent Kohlensäure. Vor dem Lötrohr ist er nicht schmelzbar, verliert aber seine Kohlensäure und wird zu weißem Zinkoxyd, das im Mantel der Flamme (in der Reduktionsflamme) mit Soda zu reinem Metall wird, was dann auf der Kohle einen weißen (und beim Vorhandensein von Cadmiumoxyd einen rotgesäumten) Beschlag bildet. In Salzsäure und Schwefelsäure (und auch in Kalilauge) ist er leicht löslich. — Der Zinkspat und der Galmei kommen meistens zusammen vor und sind die zur Gewinnung von Zink wichtigsten Erze; sie führten früher den gemeinschaftlichen Namen Galmei. Im Jahre 1779 zeigte jedoch der englische Chemiker Smithson, daß eine Art Galmei vorzüglich Kieselsäure, eine andere Kohlensäure enthält.

Das Zink hat eine bläulich-weiße Farbe, vollkommenen Metallglanz und großblätteriges Gefüge. Es ist fast so hart wie Kalkspat, läßt sich schwer mit dem Messer schneiden und schwer feilen. Sein Gewicht ist 7. Bei gewöhnlicher Temperatur ist es ziemlich spröde, da es sich leicht mit dem Hammer zerschlagen läßt. Erhitzt man es jedoch auf 100 bis 150°, so zeigt es sich geschmeidig und dehnbar und läßt sich leicht zu Platten und Blechen auswalzen und zu Draht ausziehen. Wird es über 200° erhitzt, so wird es wieder so spröde, daß es sich pulvern läßt. Bei 433° schmilzt es und bei 1040° verwandelt es sich in Dampf, der sich an der Luft entzündet und mit heller, bläulich-weißer Flamme zu Zinkoxyd verbrennt. An der Luft verliert es bald seinen Glanz und bedeckt sich mit einer dünnen Schicht von Zinkoxyd und kohlensaurem Zinkoxyd, welche sehr fest haftet und das Metall vor weiterer Oxydation schützt. In der Berührung mit Eisen schützt es dieses vor der Oxydation,

während es selbst sehr bald oxydiert wird. „Vor dem Lötrohr auf Kohle verwandelt sich das Zink im Saum und Mantel der Flamme in Oxyd, das beim Glühen prächtig leuchtet, nach dem Erkalten weiß erscheint. Befeuchtet man das Zinkoxyd mit salpetersaurem Kobaltoxydul, so wird es durch Glühen grün. Bringt man es in ein Probierglässchen und gießt so viel als $^1/_3$ Theelöffel voll konzentrierter Salpetersäure darauf, so erhitzt sich die Sache gewaltig, es steigen unter heftigem Schäumen giftige, braune Dämpfe empor, das Metall wird zu salpetersaurem Zinkoxyd aufgelöst. Hat man der Salpetersäure vorher etwa das Dreifache an Wasser zugesetzt, so löst sich das Zink auch bald auf, aber ohne heftige Erhitzung und Dämpfe, es treiben nur immerfort Blasen. Nimmt man statt der Salpetersäure konzentrierte Salzsäure, so entsteht auch Erhitzung, Schäumen, Auflösung, indem sich das Zink mit dem Chlor der Salzsäure verbindet, was sich fortsetzt, wenn man Wasser zugießt. Mit konzentrierter Schwefelsäure ist die Erhitzung und das Aufschäumen noch geringer; bei Zusatz von Wasser geht aber die Auflösung des Metalls rasch vor sich, es entsteht schwefelsaures Zinkoxyd (Zinkvitriol), welches farblos ist und im Wasser aufgelöst bleibt; die vielen emporsteigenden Bläschen bestehen aus Wasserstoffgas, das entsteht, indem das Zink an die Stelle des Wasserstoffs der Schwefelsäure tritt und dieser frei wird."

Das meiste Zink wird aus Galmei, Zinkspat und Zinkblende gewonnen. Man röstet die Erze, um die Kohlensäure aus dem Galmei auszutreiben oder um die Zinkblende in Zinkoxyd zu verwandeln, wobei sich schwefelige Säure entwickelt. Die gerösteten Erze werden dann mit Kohle erhitzt, um dem Zinkoxyd den Sauerstoff zu entziehen. Das Metall verflüchtigt sich und die Dämpfe werden in geeigneten Vorlagen verdichtet. Da das Zink meist von Cadmium begleitet wird, so erhält man dieses Metall als Nebenprodukt bei der Zinkgewinnung. Das käufliche Zink enthält fast immer Blei, Eisen, Kohle, häufig auch Schwefel, Cadmium, Arsen, Antimon und andere Metalle.

Das Zink wird besonders in Form von Blech zu Badewannen, Wassereimern, Dachrinnen, zur Dachbedeckung benutzt; es dient ferner zum Verzinken von Eisen, zu galvanischen Apparaten, zum Entsilbern des Bleies, zur Darstellung von Messing, Bronze, Neusilber und anderen Legierungen, zur Darstellung von Zinkweiß, Zinkvitriol und anderen Zinkpräparaten. Zinkgefäße dürfen niemals zur Aufbewahrung von Nahrungsmitteln benutzt werden, weil das Zink an der Luft und in Berührung mit selbst schwachen Säuren sich leicht oxydiert und giftige Salze liefert.

Die Alten kannten das Zink nicht; das Messing dagegen, eine Legierung aus Kupfer und Zink, war ihnen nicht unbekannt; zur Herstellung desselben schmolzen sie ein erdiges Mineral, die Cadmia (unsern Galmei) mit Kupfer zusammen. Das erste metallische Zink scheint aus Ostindien nach Europa gekommen zu sein. In Europa lernte man es erst um die Mitte des achtzehnten Jahrhunderts darstellen. Die größte Zinkproduktion haben gegenwärtig England, Deutschland und Belgien.

Der **Zinkvitriol** (Goslarit, weißer Vitriol) kommt in der Natur in der Regel in stalaktitischen, nierenförmigen und krustenartigen Massen von meist körniger Zusammensetzung vor. Man kann aber sehr schöne Krystalle darstellen, wenn man Zinkvitriol in Wasser oder metallisches Zink in (durch Wasser) verdünnter Schwefelsäure auflöst. Diese Krystalle sind gewöhnlich lang-säulenförmig und gehören dem rhombischen Systeme an. Er ist farblos, weiß, gräulich-weiß oder gelblich, durchsichtig bis durchschimmernd, glasglänzend, hat einen zusammenziehenden, widerlich metallischen Geschmack. Der Härte nach übertrifft er meist das Steinsalz (H = 2—2,5) und sein Gewicht ist 2—2,1. Er besteht im reinen Zustande aus 28 Prozent Zinkoxyd, 28 Prozent Schwefelsäure und 44 Prozent Wasser. Auf Kohle kann man ihn im Mantel der Lötrohrflamme ganz verflüchtigen, wobei er die Kohle weiß beschlägt. Glüht man ihn aber im Flammensaume, befeuchtet ihn mit salpetersaurem Kobaltoxydul und glüht ihn nochmals, so wird er grün. — Der Zinkvitriol ist ein Oxydationsprodukt der Zinkblende und kommt daher mit dieser zusammen vor, z. B. im Rammelsberg bei Goslar, zu Holzappel bei Ems, zu Schemnitz in Ungarn, Falun in Schweden und Cornwall in England. — Der natürliche Zinkvitriol findet sich zu vereinzelt, als daß er Verwendung finden könnte; aber der durch Auflösung von Zink in verdünnter Schwefelsäure künstlich dargestellte wird als Arzeneimittel, in der Färberei und Druckerei und bei der Darstellung gewisser Lackfarben und Firnisse gebraucht. Giftig!

Die **Kupferlasur** (Azurit) findet man deutlich krystallisiert, in kugeligen, nierenförmigen, traubigen und tropfsteinförmigen Gestalten, in derben Massen von strahligem bis dichtem Gefüge, eingesprengt, in erdigen Anflügen und in Afterkrystallen (Pseudomorphosen) nach Rotkupfererz, Fahlerz und Dolomit. Die Krystalle haben meistens das Aussehen kurzer Säulen oder dicker Tafeln (seltener sind sie lang-säulenförmig) und gehören dem monoklinischen System an. Sie sind gewöhnlich druſenartig gehäuft und klein, doch sind bei Chessy unweit Lyon früher und gegenwärtig noch am Altai auch welche von der Größe eines Zolles gefunden

worden. Die Farbe ist lasurblau, die der erdigen Abänderungen smalteblau; der Strich ist smalteblau, der Glanz Glasglanz, die Härte 3,5 — 4, das Gewicht 3,7 — 3,8. Sie besteht aus 69,21 Prozent Kupferoxyd, 25,57 Prozent Kohlensäure und 5,22 Prozent Wasser. Im Glaskölbchen erhitzt, giebt sie Wasser und wird schwarz. Vor dem Lötrohr auf Kohle wird sie ebenfalls schwarz, treibt, im Mantel der Flamme geglüht, Blasen, zischt, spritzt und hinterläßt eine Kupferkugel, die man mit Soda blank glüht. Krümchen, die man in die Boraxperle schmilzt, färben diese grünlich-blau. In Salz-, Schwefel- oder Salpetersäure löst sich Kupferlasur unter Aufbrausen auf. — Die Kupferlasur findet sich oft in der Gesellschaft des Malachit, ein Umstand, welcher sich dadurch erklärt, daß die ursprünglich allein auftretende Lasur durch Mehraufnahme von Wasser und Abgabe von Kohlensäure zu Malachit wird. Bemerkenswerte Fundorte sind Zinnwald und Altenberg im sächsischen Erzgebirge, Saalfeld, Kamsdorf, Schweina und Eisenach (am Ebersberg) in Thüringen, Riechelsdorf in Hessen, Schwaz in Tirol, Chessy bei Lyon, Neu-Moldawa im Banat, Redruth in Cornwall, Kolywan und Nischne-Tagilsk in Sibirien, der Altai u. s. w. Die schönsten Kryställdrusen der Sammlungen stammen meist von Chessy. — Wo die Kupferlasur in hinreichender Menge vorkommt, wie am Ural und in Cornwall, wird sie als Kupfererz zur Erzeugung des Kupfers benutzt; außerdem dient sie auch zur Bereitung von Kupfervitriol und als blaue Farbe.

Der **Malachit** findet sich selten in deutlich ausgebildeten säulenförmigen Kryställen, die dem monoklinischen Systeme angehören. Häufig erscheinen die Kryställe nadel- oder haarförmig, auch dünn-tafelförmig und schuppig, und sind zu trauben-, nieren-, oder tropfsteinförmigen Massen verbunden, welche dann ein strahlig-faseriges und zugleich auch krummschaliges Gefüge zeigen. Bisweilen kommen auch büschel-, besen- oder sternförmige Kryställgruppen vor. Sehr häufig sind derbe Massen und Anflüge und nicht selten ist Malachit in Gesteinen eingesprengt. Endlich bildet er auch Afterkryställe oder Pseudomorphosen nach Kupferlasur, Rotkupfererz, Kupferglanz, Kalkspat, Zinkspat, Cerussit. Seine Farbe ist smaragdgrün bis spangrün; auch der Strich ist grün, jedoch immer lichter als die Farbe. Die Kryställe zeigen starken Glasglanz, die faserigen Massen Seidenglanz, die dichten und erdigen Abänderungen sind matt. Die Härte kommt der des Flußspats fast gleich (H = 3,5 — 4), das Gewicht ist 3,7 — 4,1. Er besteht aus 72 Prozent Kupferoxyd, 20 Prozent Kohlensäure und 8 Prozent Wasser. Im Glaskölbchen vor dem Lötrohr und in Säuren verhält er sich wie die Kupferlasur. — Der

Malachit kommt an ähnlichen Orten, wie die Kupferlasur und oft mit dieser gemeinschaftlich vor. Die größten Massen finden sich bei Nischne-Tagilsk am Ural. Hier tritt er in rundlichen Blöcken von zuweilen kolossaler Größe (1835 wurde in einer Tiefe von 80 m ein Block reinsten Malachits von 17½ Fuß Länge, 8 Fuß Breite, 3½ Fuß Höhe gefunden) in zersetztem, thonigem Gestein auf und wird wegen seiner herrlich grünen Farbe und wegen seines schaligen Gefüges zu mannigfachen Kunstwerken verwendet. Zu diesem Zwecke schneidet man ihn in dünne Platten (Fourniere) und benutzt dieselben zum Vertäfeln. In den Kirchen und Palästen Petersburgs, Roms und anderer Hauptstädte bewundert man mit Malachittafeln belegte Altäre, Thürpfeiler, Säulen u. s. w. Aus dem Malachit fertigt man aber auch verschiedene Schmuckgegenstände, wie Vasen, Dosen, Broschen, Leuchter, und endlich dient er zur Ausbringung des Kupfers, zur Bereitung von Kupfervitriol und als Malerfarbe. Malachit als Überzug auf antikem Kupfer heißt Patina (vergleiche S. 59).

Das **Kupfergrün** (Chrysokoll, Kieselkupfer, Kieselmalachit) kommt nie krystallisiert, sondern nur in traubigen und nierenförmigen Gestalten, derb und dabei dicht, als Überzug und Anflug, seltener in Afterkrystallen (nach Kupferlasur, Cerussit, Labradorit) vor. Es ist dem Malachit ähnlich und hat eine spangrüne, oft blau-grüne, seltener (bei starkem Eisengehalt) dunkelpistaziengrüne Farbe, dabei aber einen grünlich-weißen Strich. Es ist wachsglänzend bis matt und halbdurchsichtig bis kantendurchscheinend. Seine Härte schwankt zwischen der des Gipses und des Kalkspates (H = 2 — 3) und sein Gewicht ist 2 — 2,3. Es besteht aus 45,27 Prozent Kupferoxyd, 34,21 Prozent Kieselsäure und 20,52 Prozent Wasser. Im Glaskölbchen erhitzt, giebt es Wasser, vor dem Lötrohr ist es unschmelzbar und in Salzsäure ist es unter Abscheidung von Kieselsäure löslich. — Das Kupfergrün ist ein häufiger Begleiter des Malachits und anderer Kupfererze und findet sich auf Gängen und in Lagern bei Schneeberg, Sayda, Altenberg, Johanngeorgenstadt im Erzgebirge, im sächsischen Vogtlande bei Röttis, Plauen und Bösenbrunn, bei Saalfeld in Thüringen, Lauterberg am Harz, Wittichen und Badenweiler im Schwarzwald, Kupferberg in Bayern u. s. w.

Der **Kupfervitriol** (Chalkanthit, blauer Vitriol) kommt in der Natur gewöhnlich durch Eisenvitriol verunreinigt und selten krystallisiert, sondern in tropfsteinartigen, traubigen und nierenförmigen Massen, als Überzug und Beschlag vor. Man kann indessen leicht die schönsten Krystalle erhalten, wenn man reines Kupfer in konzentrierter Schwefel-

säure löst, die so erhaltene Lösung abfiltriert, dann mit etwas Wasser versetzt und erwärmt, endlich einen wollenen Faden in dieselbe hängt und sie ruhig an einem luftigen Orte verdunsten läßt. Die auf diese Weise erhaltenen Säulen stellen trikliniſche Säulen oder Tafeln dar. Sie sind dunkelhimmelblau oder berlinerblau, durchscheinend, glasglänzend, haben unvollkommene Spaltbarkeit, muscheligen Bruch und widerlich zusammenziehenden Geschmack. Der Strich ist weiß, die Härte ist etwas größer als die des Steinsalzes (H = 2,5), das Gewicht aber dem des Steinsalzes gleich (G = 2,2). Der Kupfervitriol besteht aus 31,85 Prozent Kupferoxyd, 32,07 Prozent Schwefelsäure und 36,08 Prozent Wasser. In die Weingeistflamme gehalten, färbt er diese schön grün. Hält man ein Stück Kupfervitriol etwa 1 cm hoch über die Lichtflamme, so verfliegen seine 36 Prozent Wasser, und er wird weiß. Läßt man ihn erkalten, betupft ihn dann mit Wasser, so saugt er dieses wieder gierig ein, erhitzt sich dabei sehr und wird wieder blau. Die Borax- und Phosphorsalz-Perle wird durch Zusatz von wenig Kupfervitriol blaugrün gefärbt. Auf Kohle im Mantel der Lötrohrflamme geglüht, giebt er metallisches Kupfer. Löst man ihn in Wasser auf und bringt Eisen (etwa einen Nagel) in die Lösung, so bekommt dieses sogleich einen Überzug von blankem Kupfer; wirft man Krümchen von salpetersaurer Baryt-Erde hinein, so bekommt man einen weißen Niederschlag, bestehend aus einer Verbindung der Schwefelsäure des Kupfervitriols mit der Baryt-Erde; gießt man Ammoniak hinein, so wird die Flüssigkeit weit stärker blau.

Der Kupfervitriol entsteht durch Zersetzung schwefelhaltiger Kupfererze, namentlich des Kupferkieses und des Kupferglanzes; er findet sich daher vorzüglich in den Hohlräumen der Lagerstätten dieser Erze, z. B. in abgebauten Gängen und Stollen, wie im Rammelsberg bei Goslar am Harz, bei der Grube „Stamm Asser am Graul" bei Schwarzenberg, bei Klausen in Tirol, Mühlbach in Salzburg, Neusohl in Ungarn. Nicht selten findet er sich aufgelöst in Grubenwässern, welche dann Zementwässer genannt werden und zur Gewinnung des sogenannten Zementkupfers dienen. Für den Handel wird er künstlich dargestellt, indem man metallisches Kupfer oder das in Erzen enthaltene dahin bringt, daß es oxydiert und sich mit Schwefelsäure verbindet. Seit langer Zeit ist der Kupfervitriol zur Darstellung einiger Farben verwendet worden; jetzt wird er in sehr großer Menge in der Galvanoplastik verwendet, indem er durch eine galvanische Batterie gezwungen wird, sein Kupfer ganz rein auf Formen abzusetzen, von denen man es hernach abnimmt und so einen Abdruck erhält.

Auch in der Druckerei und Färberei, bei der Papierfabrikation und zu sympathetischer Tinte wird Kupfervitriol benutzt.

Das **Weißbleierz** (Cerussit) tritt krystallisiert, in derben Massen und erdig (Bleierde) auf. Die Krystalle sind teils pyramidal, teils horizontal-säulenförmig, teils tafelartig und gehören dem rhombischen System an. Sie sind einzeln aufgewachsen oder zu Drusen, seltener zu büschel- oder bündelförmigen Gruppen, verbunden und ziemlich vollkommen spaltbar. Zwillinge und Drillinge sind nicht selten und Afterkrystalle nach Bleiglanz, Schwerspat, Flußspat u. s. w. kommen ebenfalls vor. Die derben Massen sind meist körnig oder dicht, seltener stengelig. Das Weißbleierz ist durchsichtig bis durchscheinend, diamant- oder fettglänzend, farblos, weiß oder grau, doch auch häufig gelb, braun und selbst schwarz. Die dunklen Varietäten sind durch Kohle oder durch allmähliche Umwandlung in Schwefelblei gefärbt und werden als Schwarzbleierz bezeichnet. Die Härte ist 3 — 3,5, das Gewicht ist (wie auch bei den nachfolgenden Bleierzen) ein hohes (G = 6,4 — 6,6). Es besteht aus 83,52 Prozent Bleioxyd und 16,48 Prozent Kohlensäure. Vor dem Lötrohr im Glaskölbchen verknistert es sehr stark, färbt sich gelb, verliert seine Kohlensäure und verhält sich dann wie Bleioxyd; auf der Kohle schmilzt es leicht und unter Zerknistern zum Bleikorn. In Salpetersäure ist es unter Aufbrausen vollständig löslich, ebenso in Kalilauge. — Das Weißbleierz ist ein häufiges Bleierz, das sich besonders auf Gängen, welche Bleiglanz führen, findet. Bemerkenswerte Fundorte sind Freiberg, Johanngeorgenstadt in Sachsen, Clausthal und Zellerfeld am Harz, Badenweiler in Baden, Müsen und Siegen in Westfalen, Tarnowitz in Oberschlesien, Mies, Bleistadt und Przibram in Böhmen, Bleiberg in Kärnten, Rezbanya in Ungarn, der Schlangenberg am Altai, Nertschinsk in Sibirien u. s. w. — Das Weißbleierz wird, wo es in beträchtlicher Menge vorkommt, zur Gewinnung von Blei verwendet. Das als Malerfarbe gebräuchliche Bleiweiß wird meistens künstlich dargestellt.

Das **Gelbbleierz** (Wulfenit) erscheint gewöhnlich krystallisiert, und zwar in drusig gehäuften, tetragonalen Krystallen, die bald pyramidal, bald säulenförmig, bald tafelartig sind. Es ist meist wachs- oder honiggelb gefärbt, durchscheinend bis undurchsichtig, hat Fett- oder Diamantglanz, weißen Strich und die Härte des Kalkspates (H = 3). Sein Gewicht ist 6,3 — 6,9. Es besteht aus Bleioxyd (61,4 Prozent) und der seltenen Molybdänsäure (38,6 Prozent). Vor dem Lötrohr verknistert es sehr heftig, schmilzt dann auf Kohle und zieht sich in die-

selbe, indem es Blei zurückläßt, welches die Kohle gelb beschlägt. Mit Phosphorsalz giebt es in dem Saume der Flamme ein lichtgelblich-grünes Glas, das im Flammenmantel dunkelgrün wird. In Salzsäure ist es unter Bildung von Chlorblei löslich, in konzentrierter Schwefelsäure giebt es eine schöne blaue Farbe, sobald man Alkohol zusetzt. — Das Gelbbleierz kommt im Kalkstein und auf Gängen zu Bleiberg, und Schwarzenbach in Kärnten, Annaberg in Oberösterreich, zu Rezbanya in Ungarn und Ruszkberg im Banat, Przibram in Böhmen, Schneeberg, Johanngeorgenstadt und Berggießhübel in Sachsen, Badenweiler in Baden u. s. w. vor. — Die Verwendung dieses Erzes beschränkt sich fast nur auf die Bereitung der Molybdänsäure in den chemischen Laboratorien.

Das **Buntbleierz** (Pyromorphit, Grünbleierz, Braunbleierz) kryſtallisiert in hexagonalen Säulen und kommt auch in trauben- und nierenförmigen Massen und derb vor. Die Kryſtalle erscheinen nicht selten in der Mitte bauchartig aufgetrieben (faßförmig) oder an der Basis ausgehöhlt. Auch Afterkryſtalle (Pseudomorphosen) nach Bleiglanz und Weißbleierz werden gefunden. Die Farbe ist meist grün oder braun in verschiedenen Abstufungen, seltener ist das Buntbleierz gelb oder farblos. Die Härte ist 3,5 — 4, das Gewicht 6,9 — 7. Es ist ferner durchscheinend, hat Fett- oder Glasglanz und besteht aus 89,7 Prozent Bleiphosphat und 10,3 Prozent Chlorblei; zuweilen ist etwas Phosphorsäure durch Arsensäure, etwas Bleioxyd durch Kalk und ein wenig Chlorblei durch Fluorcalcium vertreten. Vor dem Lötrohr schmilzt es sehr leicht, mit Borax giebt es eine farblose Perle, aus welcher während ihres Schmelzens ein Eisendraht die Phosphorsäure zieht und brüchiges Phosphoreisen bildet, während sich reines Blei ausscheidet. Mit Soda giebt es ebenfalls ein Bleikorn. In Salzsäure und, wenn kalkfrei, ist es auch in Kalilauge löslich. — Das Buntbleierz findet sich hauptsächlich auf Gängen des Bleiglanzes in Gesellschaft dieses und anderer Bleierze, so bei Zschopau, Freiberg und Schneeberg in Sachsen, am Galgenberg bei Clausthal und bei Zellerfeld am Harz, bei Hofsgrund im Breisgau, bei Przibram, Mies und Bleistadt in Böhmen u. s. w. — Wo das Buntbleierz in größeren Mengen vorkommt, wird es zur Bleigewinnung verwendet.

Das **Vitriolbleierz** (Anglesit, Bleivitriol) kommt kryſtallisiert, seltener in körnigen Massen oder in Afterkryſtallen nach Bleiglanz vor. Die kleinen, dem rhombischen Systeme angehörigen Kryſtalle bilden teils Pyramiden, teils horizontale, seltener aufrechte Säulen, bisweilen auch Tafeln, sind häufig sehr flächenreich und treten in einer großen Zahl

von Kombinationen auf. Das Vitriolbleierz ist farblos, gelblich, grau oder braun, durchsichtig bis durchscheinend, hat Diamant- oder Fettglanz. Die Härte ist die des Kalkspates (H = 3), das Gewicht 6,29 — 6,35. Es besteht aus 73,6 Prozent Bleioxyd und 26,4 Prozent Schwefelsäure. Im Glaskölbchen verknistert es. Auf Kohle schmilzt es zu einer klaren, beim Erkalten aber milchweiß werdenden Perle. Im Mantel der Flamme giebt es Schwefelnatrium und reines Blei, welches dann die Kohle gelb beschlägt. In Säuren ist es sehr schwer, in Kalilauge aber leicht löslich. — Das Vitriolbleierz findet sich in Gesellschaft von Bleiglanz bei Goslar, Zellerfeld und Clausthal am Harz, bei Badenweiler und Wolfach im Schwarzwalde, bei Schwarzenbach in Kärnten und Mies in Böhmen, bei Tarnowitz in Oberschlesien, auf der englischen Insel Anglesea, am Ural u. s. w. — Wo das Vitriolbleierz in größerer Menge vorkommt, wird es mit anderen Bleierzen zur Gewinnung von Blei benutzt.

Das **Wolframerz** (Wolframit, Wolfram, Scheelerz) kommt krystallisiert und in derben Massen vor. Die Krystalle, die dem monoklinischen System angehören, erscheinen in der Regel kurz-säulenförmig oder breit-tafelförmig, zeigen sich oft schalig zusammengesetzt und an ihren senkrechten Flächen senkrecht gestreift und sind in der Richtung der schiefen Mittelaxe sehr vollkommen spaltbar. Zwillinge sind nicht selten. Die derben Massen haben stengeliges, schaliges oder großkörniges Gefüge und sind an ihren Zusammensetzungsflächen ebenfalls stark gestreift. Die Farbe des Wolframerzes ist bräunlich-schwarz, der Strich rötlich-braun oder schwärzlich-braun, der Glanz metallartiger Fettglanz, auf den Spaltungsflächen metallartiger Diamantglanz. Seine Härte ist 5 — 5,5, sein Gewicht 7,14 — 7,54. Es ist meist undurchsichtig und besteht aus Wolframsäure, Eisenoxydul und Manganoxydul und zwar in der Weise, daß entweder das Eisenoxydul oder das Manganoxydul vorherrscht und man daher Manganwolframerz und Eisenwolframerz unterscheiden kann. Vor dem Lötrohr auf Kohle schmilzt es schwer zu einer magnetischen, an der Oberfläche mit kleinen Krystallen bedeckten Kugel. Mit Phosphorsalz giebt es im Saume der Flamme ein farbloses, im Mantel ein blaues Glas. Von Salzsäure wird das Pulver in der Wärme und an der Luft vollkommen zersetzt, wobei ein gelblicher Rückstand bleibt, der sich in Ammoniak größtenteils löst; in konzentrierter Schwefelsäure erhitzt, wird das Pulver blau. — Das Wolframerz findet sich vorzüglich auf Zinnerzlagerstätten bei Zinnwald, Altenberg, Ehrenfriedersdorf, Geyer im sächsischen Erzgebirge, Schlaggenwald in Böhmen, bei Limoges in Frankreich, in Cornwall, auf Bleiglanzgängen bei Neu-

dorf und Straßberg am Harz und bei Freiberg im Erzgebirge u. s. w. — Das Wolframerz dient zur Darstellung verschiedener Farben und des Wolframstahles, der durch die Beimengung des Wolframmetalles einen so hohen Härtegrad erhält, daß er Glas ritzt, wie der Diamant. Früher wurde das Wolframerz auf die Halde geworfen; gegenwärtig wird der Zentner mit 60 Mark bezahlt.

III. Klasse. Steine, Geolithe.

Die Steine sind Verbindungen der Leichtmetalle mit Kieselsäure (also Silikate), nur wenige bestehen nur aus Kieselerde oder nur aus Erden. Sie haben nichtmetallisches Ansehen, ungefärbten Strich, meist mittleres Gewicht und oft sehr große, bisweilen aber auch sehr geringe Härte. Sie sind im Wasser nicht löslich. Wir teilen sie in Quarze, Feldspate, Schwellsteine (Zeolithe), Edelsteine, Hornblenden, Glimmer, Talke und Thone ein.

1. Ordnung. Quarze, Silicite.

Die Quarze bestehen nur aus Kieselsäure oder aus Kieselsäure und Wasser. Sie sind farblos oder verschieden gefärbt, haben große Härte (H = 6—7), geben am Stahle Funken und entwickeln dabei einen brenzlichen Geruch. Vor dem Lötrohr sind sie unschmelzbar (mit Soda schmelzen sie aber zu einem klaren Glase), in Säuren (außer in Flußsäure) unlöslich. — Hierher gehört der Quarz und der Opal.

Der **Quarz** (Quartz) gehört zu den verbreitetsten Mineralien und kommt sowohl krystallisiert, als auch in derben Massen mit körnigem oder dichtem Gefüge, eingesprengt und in Geschieben, Geröllen und in Körnern (als Kies und Sand), als Versteinerungsmittel von Tier- und Pflanzenresten und in Afterkrystallen oder Pseudomorphosen nach Flußspat, Dolomit, Zinkspat, Eisenspat, Galmei, Bleiglanz, Eisenkies, Wolframerz und Eisenglanz vor. Die Krystalle finden sich teils einzeln eingewachsen und dann nicht selten vollständig an beiden Enden ausgebildet, teils zu Gruppen oder Drusen vereinigt und aufgewachsen. Sie gehören dem hexagonalen Krystallsysteme an und haben gewöhnlich die Gestalt hexagonaler Säulen, welche mit der hexagonalen Pyramide (Dihexaëder) verbunden sind, seltener tritt die hexagonale Pyramide allein auf. Die Flächen der hexagonalen Säule sind gewöhnlich quergestreift.

Vielfach sind die Quarzkrystalle verzerrt und einzelne Flächen unverhältnismäßig groß oder klein; nie haben sie eine einzige Endfläche. Sehr merkwürdig sind die krummflächigen, schraubenförmig gewundenen Quarzkrystalle, auf welche Weiß zuerst aufmerksam gemacht hat. Auch fand G. vom Rath, daß die Quarzkrystalle von Grotta Palombaja auf Elba oft eine Abrundung gewisser Kanten zeigen, welche bisweilen so weit geht, daß sie am obern Ende wie ein Tropfen Glas erscheinen. Der Quarz hat sehr unvollkommene Spaltbarkeit; der Bruch ist muschelig bis uneben und splitterig. Er steht auf der siebenten Härtestufe (H = 7) und ritzt den Feldspat und das Glas, ist aber ritzbar durch den Topas. Streicht man mit Stahl oder Eisen stark auf ihm hin, so hinterläßt dieses einen eisengrauen Streifen, ohne ihn zu verletzen; mit dem Messer läßt er sich nicht ritzen. Am Feuerstahl giebt er starke Funken. Reibt man zwei große Stücke im Dunkeln an einander, so leuchten sie, phosphorescieren (oder zeigen Phosphorescenz) und verbreiten zugleich einen brenzlichen Geruch. Der Quarz ist 2,6 mal so schwer als Wasser oder sein eigentümliches Gewicht ist 2,6 (genauer 2,5 — 2,8). Er ist farblos oder verschieden gefärbt, durchsichtig bis undurchsichtig und besitzt Glasglanz, auf den Bruchflächen meist Fettglanz. Im reinen Zustande besteht er nur aus Kieselsäure und zwar aus 46,67 Prozent Silicium und 53,33 Prozent Sauerstoff; aber sehr häufig enthält er noch kleine Beimengungen von Eisenoxyd, Manganoxyd, Titanoxyd, Thonerde u. s. w. Von Säuren wirkt auf ihn nur die Flußsäure (indem das in der Flußsäure enthaltene Element Fluor mit dem Silicium des Quarzes, Fluorsilicium, eine flüchtige Verbindung, bildet). In der Hitze der gewöhnlichen Lötrohrflamme und in der Hitze der Schmelzöfen ist Quarz durchaus unschmelzbar; läßt man aber Sauerstoff in die Flamme strömen, oder läßt man einen Strahl von brennendem Knallgas, oder einen Strahl von neben einander ausströmendem und zusammen brennendem Sauer- und Wasserstoff wirken, so schmelzen kleine Stücke leicht zu harten Kugeln. Nach Gaudins Versuchen bildet der Quarz, wenn er im Knallgasgebläse geschmolzen wird, Tropfen, die, wenn sie ins Wasser fallen, nicht zerspringen, durchsichtig bleiben, den derbsten Hammerschlägen Widerstand leisten und sich sehr zu mikroskopischen Linsen eignen. Auch soll er im geschmolzenen Zustande sich in Fäden ausziehen lassen, welche, glühend ins Wasser gelegt, eine außerordentliche Elasticität erlangen. „In der Hitze eines Schmelzofens vereint er sich leicht mit dem Kali der Potasche, oder mit dem Natron der Soda und mit der Kalkerde des Kalksteins zu Glas oder zu einer glasartigen Masse (Schlacke). Wenn man Quarz

fein pulverisiert und dann mit den nachbenannten, ebenfalls fein pulverisierten Stoffen gut mischt, so kann man vor dem Lötrohr sehr niedliche kleine Glaskugeln schmelzen, wenn man je von jeder Mischung ein Klümpchen, welches die Größe eines Hirsekorns hat, in der Mantelspitze der Flamme tüchtig auf Kohle glüht: 1 Quarz, $^1/_2$ Potasche (das heißt zu einem Häufchen Quarz ein halb so großes von Potasche gemischt); oder 1 Quarz, $^1/_2$ Salpeter; oder $^1/_3$ Quarz, $^2/_3$ Borax; oder $^1/_3$ Quarz, $^1/_3$ Soda, $^1/_3$ Kreide; oder 1 Quarz, $^1/_2$ Soda; oder $^1/_2$ Quarz, $^1/_2$ Mennige, und hierzu $^1/_6$ Potasche, $^1/_{10}$ Borax. Während des Schmelzens entwickelt die Masse meist unaufhörlich Blasen."

Die zahlreichen Abänderungen des Quarzes lassen sich folgendermaßen übersehen:

A. Krystallisierte Quarze. Sie treten teils in Krystallen, teils in derben Massen von körnigem oder stengeligem Gefüge auf und sind durchsichtig bis undurchsichtig.

a) Der Glasquarz oder Bergkrystall; er ist immer krystallisiert, im Bruche muschelig, durchsichtig bis durchscheinend, farblos oder gefärbt; ist er nelkenbraun oder rauchgrau gefärbt, so heißt er Rauchquarz (fälschlich Rauchtopas), fast schwarz, so heißt er Morion, und weingelb, so heißt er Citrin. Er schließt oft andere Mineralien ein, wie z. B. dünne nadel- oder haarförmige Krystalle von Hornblende, Asbest, Nadeleisenerz, Antimonglanz, Rutil, Turmalin, Epidot, Glimmerblättchen; außerdem enthält er auch bisweilen in Blasenräumen und Poren Wasser und andere Flüssigkeiten, die sich beim Drehen der Krystalle hin- und herbewegen. Die Krystalle zeichnen sich oft durch außerordentliche Größe aus. Man findet sie häufig in Drusen zusammen, und zwar vorzugsweise in Höhlungen im Granit, Gneis, Glimmerschiefer, Porphyr. In Europa besitzen die Alpen den größten Reichtum an Bergkrystall. Um das Jahr 1725 wurde im Zinkenstock an der Grimsel eine Höhle (ein Krystallkeller) entdeckt, der Krystalle lieferte, unter welchen sich wasserklare Säulen von 100 bis 500, ja 800 Pfund befanden. Ums Jahr 1775 wurden bei Naters im Kanton Wallis aus einem Krystallkeller über 5000 Pfund Bergkrystall geholt, dabei einzelne Stücke von 7 bis 14 Zentnern. Bei Fischbach im Riesengebirge hat man Krystalle von 3 Fuß Länge und 7 Fuß Umfang gefunden, sie waren jedoch nicht wasserklar. Die schönsten und klarsten Bergkrystalle finden sich im Dauphiné, in den Walliser Alpen (bei Naters und Biesch), in der Gotthardgruppe (am Zinkenstock, im Krystallinenthal, am Luckmanier, im Maderanerthal), in den Zillerthaler Alpen; ferner bei Carrara in Oberitalien

(im Marmor), bei Bocsko im Marmaroscher Komitat in Ungarn (Marmaroscher Diamanten), in Siebenbürgen, am Harz, in Thüringen (bei Eisenach, Tonna bei Langensalza), am Löbauer Berg bei Löbau in Sachsen (Löbauer Diamanten), im Rhein (als kugelige oder eiförmige Gerölle, sogenannte Rheinkiesel). Der schönste Rauchquarz kommt am Tiefengletscher an der Furkastraße — im Jahre 1868 wurde hier eine Krystallhöhle mit riesigen Krystallen aufgefunden — und im Maderanerthal, sowie am Montblanc und in Sibirien, der schönste Citrin zu Cairngorm auf der schottischen Insel Arran vor. — Bis zum Ende des vorigen Jahrhunderts stand der farblose Bergkrystall als Schmuckstein in so hohem Preise, daß der Entdecker eines ergiebigen Krystallkellers ohne weiteres ein reicher Mann war, weswegen man auch sehr eifrig und oft mit großer Lebensgefahr nach solchen Schätzen suchte. Jetzt liefert Brasilien viel Bergkrystall, und in Madagaskar hat man ungeheure Mengen entdeckt; manche Stellen jener Insel sind, wie Freyfange und andere Reisende erzählen, ganz mit Bergkrystallen übersät, und einzelne wasserklare Säulen haben 15 bis 20 Fuß Umfang. Wasserklare Bergkrystalle werden immer noch zu Brillantschmuck geschliffen und wegen ihrer Dauerhaftigkeit und Schönheit geschätzt. Statt des Citrin schleift man meist Chalcedon, der künstlich gelb gefärbt ist. Morion war sonst zu Trauerschmuck sehr begehrt. Jetzt fertigt man schwarze Perlen, Kreuze, Knöpfe u. s. w. in Menge von schwarzem Glas, nennt die Masse auch wohl Lava, Glaslava, oder giebt sie für Gagat aus. Auch Rauchtopas wird noch öfters zu Schmuck geschliffen. Wasserklaren Bergkrystall, in dessen Innerm zarte Risse Regenbogenfarben bewirken, schleift man unter dem Namen Regenbogen-Quarz. — Im Schatzhause der Ruinen von Ninive hat man eine Linse von Bergkrystall unter den übrigen Gegenständen von Bronze aufgefunden, woraus hervorgeht, daß die Alten schon Vergrößerungsgläser kannten. An den schlanken Säulen des Bergkrystalls wurde zuerst das Sonnenspektrum beobachtet, denn Plinius sagt, man finde auf einer Insel des Roten Meeres lange Säulen, welche, unter Dach von der Sonne getroffen, das Bild und die Farben des Regenbogens auf die nächste Wand werfen; der berühmte Stein hieß Iris. Die römischen Ärzte bedienten sich der geschliffenen Krystallkugeln als Brenngläser, um damit Wunden auszubrennen. Nero hatte zwei Krystallbecher, so kostbar, daß er sie beim Verlust seiner Herrschaft im Zorn zerbrach, „um sein Jahrhundert damit zu strafen, und damit nicht ein anderer daraus trinken könnte".

b) Der Veilchenquarz oder Amethyst; er kommt selten in

ausgebildeten Kryſtallen und dann gewöhnlich in Doppelpyramiden, welche an den Mittelkanten durch ſchmale Säulenflächen abgeſtumpft ſind, vor; meiſt iſt nur die Endpyramide ausgebildet und die Kryſtalle ſind zu ſtengeligen oder dickfaſerigen Maſſen verbunden. Die einzelnen Stengel ſind gewöhnlich zickzackförmig (feſtungsartig) quergeſtreift. Außerdem findet ſich der Amethyſt auch derb und als Gerölle. Er iſt durchſichtig bis durchſcheinend, glasglänzend und meiſt durch ſeine ſchöne violette Farbe ausgezeichnet, ſeltener iſt er pflaumenblau, perlgrau oder weißlich. Die Farbe wird bei ſchwachem Glühen goldgelb und dann grün und verſchwindet bei ſtarkem Glühen nach und nach ganz. Steine, deren Amethyſtfarbe nicht ſchön genug iſt, werden daher vor dem Schleifen erſt geglüht und dann unter dem Namen Goldtopas und Aquamarin geſchliffen. Zurück kann man ihnen die Farbe aber nicht wieder geben. Solche Stücke erhalten durch das Glühen mehr Glanz, und „wer nur einen Blick in die zum Schliff vorbereiteten Fäſſer voll verſchiedenfarbiger Bruchſtücke bei den Schleifern zu Oberſtein werfen kann, dem wird es klar, wie leicht Unwiſſenheit in den Beſitz falſcher Edelſteine kommt". Schöner Amethyſt findet ſich bei Wolkenſtein und Wieſenbad, bei Schlottwitz bei Weſenſtein und Halsbach bei Freiberg in Sachſen, bei Oberſtein im Fürſtentum Birkenfeld, im Zillerthal in Tirol, bei Schemnitz in Ungarn, auf Ceylon und in Braſilien. Bei reinſtem Waſſer und kräftiger Farbe ſieht der geſchliffene Amethyſt prächtig aus, iſt ſehr beliebt und nicht ſehr teuer. Großen Ringſteinen giebt man meiſt den Treppenſchnitt, kleinen oft den Brillantſchnitt. Der Name Amethyſt iſt uralt und bedeutet ſoviel als „unberauſcht", „nicht trunken", da man früher glaubte, daß der Stein, als Amulet getragen, gegen die Trunkenheit ſchütze.

c) Der gemeine Quarz; er kommt kryſtalliſiert, eingeſprengt und in derben, körnigen und dichten, bisweilen auch zelligen oder zerfreſſenen Maſſen, in kleineren oder größeren Körnern (Sand, Kies), als Gerölle und Geſchiebe vor. Er iſt meiſt trübe (weißlich, grau, gelblich, rötlich u. ſ. w.) gefärbt, durchſcheinend bis faſt undurchſichtig, glas- oder fettglänzend. Als einige, durch Farbe, Glanz oder Gefüge ausgezeichnete Abänderungen desſelben werden unterſchieden der Roſenquarz, Milchquarz, Saphirquarz, Lauchquarz, Schillerquarz, der Avanturin und der Faſerquarz. Der Roſenquarz iſt derb, blaßroſafarben, durchſcheinend, fettglänzend. Er findet ſich bei Zwieſel und Bodenmais in Bayern und dient als Schmuckſtein. Der Milchquarz iſt derb, milchweiß, halbdurchſichtig. Er kommt z. B. bei Hohnſtein, bei Pirna, bei Zinnwald und Thum im Erzgebirge und in Grönland vor. Der Saphir-

quarz (Siderit) ist indigblau bis berlinerblau (durch eingelagerte Nadeln und Fasern von Krokydolith, einem asbest-ähnlichen, seltenern Mineral) gefärbt. Er findet sich z. B. im Gips bei Golling in Salzburg. Der Lauchquarz (Prasem) ist lauchgrün, weil innig mit Strahlstein gemengt. Er kommt bei Breitenbrunn bei Schwarzenberg in Sachsen, Treseburg am Harz, bei Kupferberg in Schlesien, bei Lisens in Tirol vor und dient als Schmuckstein. Der Schillerquarz (Katzenauge) ist gewöhnlich grünlich-weiß bis grünlich-grau oder gelblich-grün, zuweilen bräunlich oder rötlich, und von feinen, parallelen Amiantfasern durchwachsen, in deren Richtung er schillert. Er findet sich im Serpentin von Treseburg am Harz, bei Hof im Fichtelgebirge, bei Oberlosa bei Plauen im Vogtlande; der schönste kommt von Ceylon und aus Ostindien. Zu Ringen halbkugelig, zu Halsbändern kugelig geschliffen, zeigt er einen eigentümlichen, dem Katzenauge ähnlichen Schein. Der Avanturin ist gelb, rot oder braun, entweder von zahlreichen Glimmerschüppchen durchwachsen oder von vielen kleinen Rissen nach allen Richtungen erfüllt. Er findet sich bei Ehrenfriedersdorf und in den Steinbacher Seifen bei Johanngeorgenstadt im sächsischen Erzgebirge und bei Kolywan am Altai und dient als Schmuckstein, doch ist der künstliche Avanturin, den man auf der Insel Murano bei Venedig fertigt, viel schöner als der natürliche. Der Faserquarz ist weiß, gräulich oder rötlich-weiß und bildet parallelfaserige Massen von plattenförmiger Gestalt, welche dem Fasergips nicht unähnlich sind und z. B. die Steinkohle von Löbejün bei Halle und das Brauneisenerz von Latakos am Oranjefluß durchsetzen. Er wird in Kugelformen zu Halsschmuck-Perlen geschliffen, die mit Seidenglanz schillern. — Der gemeine Quarz ist ein wesentlicher Gemengteil vieler Gesteine, wie des Granit, Gneiß, Glimmerschiefer; auch bildet er für sich allein als Quarzfels ganze Gebirgsmassen. In Form von Sand und Kies liefert er das hauptsächlichste Material des Grund und Bodens vieler Gegenden und Landstriche (norddeutsche Ebene von Holland bis Memel). Er ist der Hauptbestandteil der meisten Sandsteine und bedeckt als Flugsand der Dünen und Sandwüsten ungeheuere Strecken. Selbst der Staub in der Luft besteht zum großen Teile aus winzig kleinen Quarzteilchen. — Wenn der Blitz in den Sand schlägt, so schmelzen die von ihm berührten Quarzkörner zusammen und es entstehen die sogenannten Blitzröhren (Fulgurite). Sie finden sich besonders in Sandwüsten und Heiden. Dr. C. Weerth in Detmold hat im Juni 1843 aus der Senner Heide eine Blitzröhre von 17 Fuß Länge ausgraben lassen, die an einigen Stellen seitliche Glasblasen von

2—4 Zoll Durchmesser hatte. — So ausgedehnt wie das Vorkommen, ist auch die Benutzung des gemeinen Quarzes. Der mannigfaltige Gebrauch des Sandsteins zu Bausteinen, Mühlsteinen, Schleifsteinen u. s. w. ist hinreichend bekannt. Ebenso liefern die Quarzgerölle, der Kies und der Sand Materialien, welche für viele Zwecke des gewöhnlichen Lebens von der größten Wichtigkeit sind. Der Sand insbesondere dient zur Verbesserung von thonigem Boden, als Schleif- und Scheuermaterial, als wesentlicher Bestandteil des Mörtels, als Streusand, als Formsand für Metallgießereien, als Zusatz zur Porzellanmasse; auch liefert er das Hauptmaterial für die Bereitung des Glases. Zu diesem Zwecke wird er mit einem Zusatz von Potasche (oder Soda) und Kalkstein geschmolzen. Das sogenannte Krystallglas (wie das Flintglas) wird aus Quarz, Potasche und Mennige (Bleioxyd) dargestellt. Das Wasserglas ist ein kalkfreies Glas, das im Wasser löslich ist, und das man durch Einschmelzen von Sand, Potasche und Kohlenpulver (Kali-Wasserglas), oder Sand, Soda und Kohlenpulver (Natron-Wasserglas) erhält; es wird als feuerfester Anstrich, als Steinkitt, zu Verbänden, als Ersatzmittel der Seife u. s. w. angewendet. Zum Färben des Glases dienen verschiedene Metalloxyde, wie Braunstein (färbt das Glas violett), Nickeloxydul (grau, für Schutzbrillen), Kobaltoxyd (blau), Eisenoxydul (flaschengrün), Eisenoxyd (gelb), Kupferoxydul (rot) u. s. w. Zur Erzeugung von Milchglas setzt man dem Glase Knochenasche (phosphorsaure Kalkerde), Zinkoxyd oder Zinnoxyd zu. Ein sehr reines aus Bergkrystall, Borax, Pottasche und Mennige dargestelltes, starkglänzendes Bleiglas wird Straß genannt und zur Darstellung künstlicher Edelsteine verwendet.

d) Der Eisenkiesel; er ist eine mit rotem oder gelbem Eisenocker innig gemengte rote, braune oder gelbe Quarzabänderung, kommt in ausgebildeten Krystallen und in körnigen Massen vor, ist undurchsichtig und wenig glänzend und bildet den Übergang zum Jaspis. Er findet sich auf Eisenerzgängen bei Eibenstock, Johanngeorgenstadt, Schwarzenberg, Altenberg im sächsischen Erzgebirge, bei Lerbach, Hüttenrode und Ilefeld am Harz, bei Sundwig unweit Iserlohn und ganz besonders schön im Gips bei Oviedo in Spanien; die hier vorkommenden Eisenkiesel wurden von den alten Mineralogen wegen ihrer hyacinthroten Farbe fälschlich als „Hyacinthen von San Jago de Compostella" bezeichnet.

B. Nichtkrystallisierte Quarze. Sie treten in derben, dichten Massen auf und sind durchscheinend bis undurchsichtig.

a) Der Hornstein; er kommt knollig oder plattenförmig, in

Afterkrystallen nach Kalkspat, Flußspat und Schwerspat und als Versteinerungsmaterial, zumal als versteinertes Holz (und dann Holzstein genannt) vor. Er ist hornfarbig grau, gelblich, bräunlich, rötlich, im Bruch splitterig oder muschelig, schimmernd oder matt und nur an den Kanten durchscheinend. Bekannte Fundorte sind Freiberg, Johanngeorgenstadt, Marienberg, Schneeberg, Schwarzenberg und Joachimsthal im Erzgebirge, Tarnowitz in Schlesien, Kellheim an der Donau, Wisloch in Baden, der Kyffhäuser u. s. w. Sehr große versteinerte Holzstämme finden sich in der Umgegend von Chemnitz (z. B. bei Hilbersdorf, Wiesa, Lichtenwalde, Flöha), in der Braunkohle der Gegend von Zittau und in den Torfgruben von Lausigk in Sachsen.

b) Der Kieselschiefer; er ist meist dickschieferig, durch Kohlenteilchen schwarz gefärbt, aber auch verschiedentlich grau, rötlich oder gelblich, meist von weißen Quarzadern durchzogen, undurchsichtig, im Bruch splitterig oder muschelig und etwas weniger hart als der gemeine Quarz. Er kommt als Gestein oder Gebirgsart bei Cainsdorf und zwischen Bockwa und Haslau bei Zwickau, bei Freiberg, bei Ölsnitz im Vogtlande, in der Gegend von Dohna und Glashütte u. s. w. vor. „Ganz schwarze Steine von flach-muscheligem, fast ebnem Bruch heißen Lydischer Stein, Lydit, Probierstein und werden für den Goldarbeiter viereckig geschliffen; dieser streicht Gold (etwa einen Ring) darauf, das einen goldgelben Strich hinterläßt, aus dessen Eigenschaft ein Schluß auf die Reinheit des Goldes gemacht wird. Man findet den Kieselschiefer auch oft als Keil geschliffen, mit stumpfer Schneide, und mit einer runden Öffnung versehen. In letztere wurde ohne Zweifel ein aus frischem, zähem Holze gefertigter Stiel gesteckt und mit Riemen befestigt, so daß eine Axt entstand. Man findet auch ein- oder zweischneidige Keile, an denen erst der Anfang zur Durchbohrung gemacht ist. Sie zeigen, daß zu diesem Zwecke eine hohle, runde Klinge benutzt wurde. Sie war ohne Zweifel aus einem hohlen Knochen gemacht und mit Sand und Wasser bestrichen. Manche solcher Keile sind so schmal, daß man sie gar nicht durchbohrt hat."

c) Der Jaspis; er ist meist rot, braun oder gelb, von muscheligem Bruch, matt, undurchsichtig, einfarbig oder gefleckt, geadert oder gestreift. Er ist zum Teil dichter Eisenkiesel. Er findet sich bei Johanngeorgenstadt, Eibenstock, Schwarzenberg, Schneeberg, bei Chemnitz, Rochlitz, Langenlungwitz in Sachsen, Lerbach, Ilefeld und Elbingerode am Harz, in Böhmen, Tirol, Ungarn, Sibirien u. s. w. Der Bandjaspis hat rote, braune, gelbe, graue, grüne Streifen, kommt in Deutschland zwar

vor (z. B. bei Gnandstein in Sachsen), aber schöner in Sibirien. Der Kugeljaspis kommt in kugelförmigen oder doch gerundeten Stücken vor und hat lauter ringförmige Streifen von roter, brauner, grauer Farbe. Er findet sich mit vorherrschend brauner Farbe bei Kairo in Ägypten. Alle schönen Jaspissorten werden, wenn sie einfarbig sind, als Tafelsteine für Ringe geschliffen, und da große einfarbige oder bunte Jaspisstücke nicht selten sind, so geben diese auch Gefäße, Tischplatten u. dgl. Der Jaspis kommt schon im 2. Buch Mosis vor, und zwar unter dem Namen Jaschphe als einer der 12 Edelsteine, mit denen das Amtsschild des Hohenpriesters geschmückt war. Der sogenannte Porzellanjaspis ist (durch Basalt oder Kohlenbrände) gebrannter, grauer, oft lavendelblauer Thon. Ebenso ist mancher Bandjaspis, wie z. B. der von Wolftitz bei Frohburg, gestreifter Felsittuff.

d) Der Feuerstein (Flint); er kommt in verschieden geformten Knollen, als Geschiebe, in Platten und als Versteinerungsmaterial von Tierresten vor. Er ist meist grau, aber auch gelblich, rötlich, bräunlich, schwärzlich, wenig glänzend bis matt, durchscheinend oder kantendurchscheinend. Der Bruch ist groß- und flachmuschelig und die Bruchstücke sind sehr scharfkantig. Der Feuerstein umschließt nicht selten Kieselpanzer von Diatomaceen (Spaltalgen) und andere organische Reste. Die matte weiße Rinde, welche ihn oft bedeckt, enthält etwas Wasser und gewöhnlich mehr oder weniger kohlensauren Kalk. Er findet sich meist in der Kreide (z. B. in England, auf der Insel Rügen) und im aufgeschwemmten Lande. In altdeutschen Gräbern und bei den Bewohnern der Pfahlbauten spielten die Keile, Hämmer, Äxte, Messer von Feuerstein eine sehr wichtige Rolle; die ältesten sind roh, die jüngeren „gedengelt" und scharf geschliffen, und verraten schon vor der Einführung von Erz und Eisen große Kunstfertigkeit. Früher wurde der Feuerstein ganz allgemein zum Feuerschlagen und als Flintenstein benutzt. Zu letzterm Zwecke verwendete man vorzugsweise die hellfarbigen Stücke, da sich nur diese leicht spalten lassen. Für die besten Flintensteine galten diejenigen Feuersteine, welche in Frankreich am Ufer des Cher bei St.-Aignan gegraben wurden, wo sie in einer Tiefe von 40 — 50 Fuß zwischen Kreide- und Mergelschichten liegen. „Um Flintensteine zu bekommen, muß man die Steine bearbeiten, wenn sie ganz feucht und frisch aus der Grube kommen. Der Arbeiter legt dann sitzend den Knollen auf einen Schenkel, schlägt ihn vermittelst eines stumpfen Hammers nach einigen schwachen Schlägen mit einem Schlage in Platten, nimmt die einzelnen Platten wieder vor und schlägt sie mit einem zweispitzigen Hammer von nicht gehärtetem Stahl in Plätt-

chen. Ist er geschickt, so weiß er die Schläge so zu führen, daß alle Plättchen die Dicke haben, wie er sie wünscht, und daß vom Knollen fast nichts verloren geht. Die Plättchen werden nun von Weibern und Kindern übernommen und in Gestalt von Flintensteinen gebracht. Sie setzen sich vor einen Klotz, aus welchem ein Meißel von nicht gehärtetem Stahl schief hervorragt. Auf diesen werden die Plättchen gelegt und durch schwache Schläge mit einer an einem Stiele befestigten dicken Scheibe aus nicht gehärtetem Stahl zugehauen. Der Staub, welcher sich bei der Arbeit erhebt, enthält unzählige scharfeckige Teilchen, welche eingeatmet werden und der Lunge so schädlich sind, daß ein Arbeiter selten über 40 oder 50 Jahre alt wird. — Wenn man Feuer schlägt, so bestehen die besten Funken aus kleinen Stahlteilchen, welche durch die heftige Reibung an dem harten Steine glühend geworden sind; die geringeren Funken bestehen aus glühenden Steinstückchen. Auch Achat und Jaspis hat man zu Flintensteinen benutzt, sie müssen aber zu diesem Zwecke mühsam geschliffen werden, was sie teuer macht. — Durch die Zündhütchen und Zündpillen sind in Europa die Feuersteine jetzt von den Feuergewehren verdrängt, und nur in Ländern, welche fern von den Fabriken für Zündhütchen und Zündpillen liegen, sind sie noch in Gebrauch." Gegenwärtig wird der Feuerstein hauptsächlich zu Reibschalen, Reibsteinen, Glättsteinen und (wie in Putbus auf der Insel Rügen) selbst zu Schmuckgegenständen (z. B. zu Broschen) verarbeitet. — Der Feuerstein bildet nebst dem Chalcedon den Übergang zum Opal.

e) Der Chalcedon; er bildet nierenförmige, kugelige, traubige oder tropfstein-ähnliche (stalaktitische) Gestalten in den mannigfaltigsten und zierlichsten Formen, ferner Platten, mehr oder weniger dünne Überzüge von dünnschaliger Zusammensetzung, Afterkrystalle oder Pseudomorphosen nach Flußspat und Kalkspat und das Versteinerungsmaterial von Schnecken und Muscheln; außerdem kommt er in losen stumpfeckigen Stücken und als Gerölle vor. Sein Bruch ist flachmuschelig bis feinsplitterig, die Farbe weißlich, bläulich oder graulich, doch auch gelblich, braun, rot, grün. Er ist halbdurchsichtig bis undurchsichtig, matt oder schwach wachsglänzend und hat Ähnlichkeit mit dem Opal. Da der Chalcedon mehr oder weniger porös ist und Flüssigkeiten in ihn eindringen, so ist die künstliche Färbung desselben nicht schwierig. Der Chalcedon wurde von den Alten vielfach zu geschnittenen Steinen benutzt: zu Gemmen, wenn der Gegenstand vertieft in den Stein gegraben war, um als Siegelstein zu dienen, zu Kameen, wenn er über der Fläche des Steines erhaben hervortrat; ganz besonders beliebt waren zu diesem Zwecke solche

Steine, die aus mindestens zwei verschieden gefärbten Schichten bestanden, indem sich dann der erhabene oder vertieft geschnittene Gegenstand von dem anders gefärbten Hintergrunde um so deutlicher abhob. Je nach der verschiedenen Färbung unterscheidet man den gemeinen Chalcedon, den Karneol, den Chrysopras, das Plasma.

aa) Der gemeine Chalcedon ist weißlich, bläulich-weiß, gelblich und öfters knollig oder traubig. Er findet sich z. B. ziemlich häufig auf Erzgängen bei Schneeberg und Freiberg, im Porphyr von Zwickau und Schedewitz, bei Mutzschen, Kohren, Leisnig, Rochlitz, Mügeln, bei Chemnitz, Königsbrück. Schöne Stücke werden auch ungefärbt noch immer gern geschliffen; namentlich haben die milchweißen isländischen Chalcedone, muschelig geschliffen, am Lichte innerlich einen sehr hübschen, bei dem Wenden des Steines wandelnden Lichtschein; sie werden samt diesem Scheine täuschend aus Glas nachgeahmt. Oft haben Chalcedone in ihrem Innern schwarze, rote oder braune, moos- oder flechtenähnliche Figuren, die man früher wirklich für pflanzlichen Ursprungs hielt, die aber von eingedrungenem Manganoxyd herrühren; diese Chalcedone nannte man Moosachate oder Mokkasteine. Hat ein weißlicher Stein rote Punkte, so heißt er Stephanstein. Wechseln graue oder schwärzliche Lagen mit eben solchen weißen, so heißt der Stein von altersher Onyx; er wurde zur Zeit der alten Römer sehr hoch geschätzt, und man schliff und schleift ihn noch jetzt so, daß die Figur erhaben und weiß auf der dunklen Platte steht, oder umgekehrt. Gegenwärtig werden, wie schon erwähnt, zahllose Onyxe in Oberstein und Idar durch Färben echter Chalcedone künstlich dargestellt.

bb) Der Karneol ist durchscheinend, fleischfarben bis blutrot, auch gelblich-rot. Die blutroten Karneole nennt man männliche, die blaßroten weibliche Karneole; die orangeroten oder pommeranzenfarbigen werden Sarder genannt. Wechseln weiße Chalcedonschichten mit farbigen Schichten ab, was beim Karneol häufig vorkommt, so tritt der schon erwähnte Name Onyx zu dem Namen des Steines hinzu, der die besondere Farbe bezeichnet; der Stein heißt also Karneolonyx, wenn rote und weiße Schichten, Sardonyx, wenn gelb-rote und weiße Schichten abwechseln. Die berühmtesten Gemmen und Kameen des Altertums, die als kostbare Schätze noch heute in den Museen unserer Hauptstädte aufbewahrt werden, sind in solche Karneole geschnitten und der beste Beweis, wie hoch die Alten diese Steine schätzten, liegt darin, daß Plinius berichtet, der berühmte Ring des Polykrates, durch dessen Opfer er sich vom Neide der Götter über sein zu großes Glück loszukaufen

gedachte, verdankte einem Sardonyx seinen Wert. Der Karneol kommt vorzüglich schön von Buchara und Surat. In Sachsen findet er sich z. B. bei Leisnig, Kohren, Rochlitz, Hohenstein und Ernstthal, bei Zwickau und Schedewitz, als Gerölle bei Bautzen, Kamenz, Königsbrück. Von Oberstein und Idar aus wird er jetzt, als Tafelstein, Ringstein u. s. w. geschliffen, sehr wohlfeil in den Handel gebracht.

cc) Der Chrysopras ist apfelgrün, durchscheinend und hat wenig Glanz. Er ist ein zu Ringsteinen und anderen Schmucksteinen sehr beliebter Stein, der auch wegen seines nicht häufigen Vorkommens in ziemlich hohem Preise steht. Er findet sich im Serpentin von Kosemütz in Schlesien, doch ist dieser Fundort fast ganz ausgebeutet; anderwärts, wie z. B. bei Wildenau bei Schwarzenberg in Sachsen ist er sehr selten. In Glasfluß wird er samt den oft bei ihm vorhandenen Wolken und Flecken täuschend nachgeahmt. Antike Chrysoprase hat man nirgends gefunden. Von den bekannten Stücken finden sich die ältesten in der Prager St. Wenzels-Kapelle, aus dem 14. Jahrhundert; sie sind groß und schön und stammen jedenfalls von Kosemütz, woselbst man den Chrysopras im Jahre 1740 wieder entdeckte. Friedrich der Große ließ einige Tische mit dem Chrysopras von Kosemütz belegen. Jetzt kommt er auch von New-Fane in Vermont (Nordamerika). Lange in warmer, trockener Luft oder in der Sonne liegend und beim Siegeln erblaßt der Chrysopras, kehrt jedoch, lange in feuchter Baumwolle aufbewahrt, zur alten Farbe zurück. Seine Farbe verdankt er einer Beimengung von Nickeloxyd.

dd) Das Plasma ist dunkellauchgrün und war schon bei den alten Römern sehr geschätzt. Lange Zeit war es nur durch antike Gemmen aus den Ruinen Roms bekannt, doch hat man es in neuerer Zeit an verschiedenen Orten aufgefunden. Das Plasma, welches auf dunkelgrünem Grunde rote Punkte oder Flecken (von eingesprengtem Jaspis) besitzt, wird Heliotrop genannt. Die schönsten Heliotrope kommen aus Asien. Sie werden gewöhnlich als Tafelsteine oder, schwach gewölbt, als Schmuck verschliffen.

Der Achat ist ein meist streifenweise wechselndes Gemenge verschiedener Quarzabänderungen (besonders von Chalcedon, Karneol, Jaspis, Hornstein und Amethyst, welcher oft den Kern der Achatmasse bildet). Je nachdem diese verschiedenen Quarzabänderungen Streifen, Flecken, Punkte oder Zeichnungen der verschiedensten Art bilden, unterscheidet man Bandachat, Festungsachat, Wolkenachat, Punktachat, Trümmerachat und Korallenachat. Der Achat kommt vorzugsweise in mehr oder weniger kugeligen Massen, den sogenannten Achat-

mandeln vor, die als Ausfüllungsmasse in den Höhlungen des Melaphyrs und des Porphyrs auftreten. Ihre Entstehungsart ist geologisch sehr interessant. Der Melaphyr ist in einer sehr frühen Periode der Erdgeschichte, zur Zeit der Steinkohlenbildung im schmelzflüssigen Zustande aus dem Erdinnern hervorgequollen; bei dem allmählichen Erstarren und Erkalten der teigförmigen, heißen Masse bildeten sich im Innern derselben durch aufsteigende Dampfblasen mandelförmige Hohlräume aus. Später, als die Masse längst erhärtet war, aber immer noch eine hohe Temperatur hatte, lösten die dieselben durchsickernden Regenwässer einen Teil der im Melaphyr enthaltenen Kieselsäure auf und setzten sie, wenn sie auf ihrem Wege in die Hohlräume kamen, in konzentrierten Schichten an den Wänden derselben ab. Auf diese Weise füllten sich manche dieser Mandeln ganz und gar, während andere noch im Innern einen Hohlraum enthalten. Manche dieser Mandeln lassen noch die Kanäle (Infiltrationskanäle) erkennen, durch welche von außen her die Achatbildungsmasse in die Höhlungen der Gesteine eingedrungen ist. Zuweilen schließen die Achatmandeln im Innern Tropfen und sogar größere Mengen Wassers, das durch die Rinde durchscheint und sich wie das flüssige Eiweiß im Ei bewegt, ein. Schon die Griechen und Römer kannten solche Achatkugeln und nannten sie Enhydros. Man findet sie besonders schön in den Monti Berici bei Vicenza, namentlich aber in Uruguay. Sie begeisterten schon den alten Dichter Claudianus zu poetischen Betrachtungen. „Sage mir doch, o Krystall, du zu Stein verdichtetes Wasser, wer dich verdichtet? der Nord. Oder entfesselt? der Süd." — Der Achat findet sich in den oben genannten Gesteinen bei Oberstein im Fürstentum Birkenfeld, am Thüringer Walde am Schneekopf bei Ilmenau, am Meisenstein bei Ruhla, am Spießberg bei Friedrichroda, in Sachsen bei Altendorf und Rottluff bei Chemnitz, bei Ernstthal, Rochlitz, Kohren, Mutzschen, Wendishain. Der Felsit- und Pechsteinporphyr von Zwickau und Schedewitz enthält Achatkugeln, die außer aus Achat auch aus Karneol, Chalcedon und Amethyst bestehen. Das bedeutendste Achatvorkommen in Sachsen ist jedoch das von Schlottwitz bei Wesenstein; hier setzt ein Gang auf, der 1750 aufgefunden wurde und Bandachat, Jaspis, Chalcedon, Amethyst und gemeinen Quarz führt; an einem Saalbande liegt prächtiger Trümmerachat, der aus Achatbruchstücken verschiedener Größe, durch Amethyst verkittet, besteht. Ein zweiter bedeutender Gang tritt bei Halsbach bei Freiberg auf, der vorherrschend Korallenachat und daneben auch Band- und Festungsachat, Amethyst u. s. w. führt. Endlich findet sich Achat auch als Geschiebe. Die schönsten Achate kommen in Südamerika vor. —

Der Achat wird vielfach zu Schmuckgegenständen, sowie zu Dosen, Vasen, Mörsern, Reibsteinen, Reibschalen, Tischplatten verarbeitet.

Die meisten Quarz- und Achatarbeiten Deutschlands werden zu Oberstein und Idar im oldenburgischen Fürstentum Birkenfeld am Rhein verfertigt. Mehr als hundert vom Wasser getriebene Mühlen (Achatschleifereien) arbeiten dort rastlos und liefern aus Steinen, die teils in jener Gegend gegraben, teils aus aller Welt herbeigeschafft werden, zahllose Schmucksachen, für die man jetzt nicht so viel Mark bezahlt, als früher Thaler und Dukaten berechnet wurden. Sehr interessante Mitteilungen über jene Schleifereien rühren von Nöggerath, Dippel und Girard her. „Der Idarbach, welcher die Mühlen in Bewegung setzt, ist ein wild strömendes Gebirgswasser, und die Achatschleiferei wurde, nach alten Urkunden, schon lange vor dem Ende des 14. Jahrhunderts daselbst betrieben. Anfangs lieferte vorzugsweise der Boden der Umgegend die Steine. — Das Zerschneiden derselben geschieht jetzt, indem man dieselben gegen den Rand einer dünnen, sich blitzschnell drehenden, mit Öl und Schmirgel bestrichenen Stahlscheibe drückt. Leicht spaltbare Stücke werden auch mit Meißel und Hammer zugerichtet. — Die großen, zum Schleifen dienenden Sandsteine kommen von Pirmasenz in der bayerischen Pfalz. Sie haben Mühlsteinform, jedoch an den Seiten vertiefte halbrunde Ringe zum Schleifen von Kugeln, oder andere Ringe, deren Boden flach ist, und über den sich die Ränder senkrecht erheben, so daß man dem hineingehaltenen Teile des Steines eine Tafelform geben kann, die viereckig ist. Während des Schleifens ist der Schleifstein naß, und zwischen ihm und dem gegen ihn gedrückten Stein sieht man fortwährend ein Leuchten. Vor jedem Schleifstein ist ein weiches Lager angebracht, auf welches sich der Arbeiter so legt, daß er seine Füße gegen die hintere Holzwand stemmt, während er in den Händen den zu schleifenden Stein hält, sofern dieser groß ist; kleinere sind auf einen Stab gekittet. Jedenfalls muß der Mann den Stein mit solcher Gewalt gegen den Schleifstein drücken, daß er die Anstrengungen nur eine Stunde lang aushält und sodann eine Stunde ruhen muß. — Das Polieren der Ware geschieht durch Tripel, welcher auf sich schnell drehende Walzen von hartem Holz oder Scheiben von Zinn oder Blei mit Wasser gestrichen ist. Das Durchbohren der Steine, welche Ringform bekommen sollen, geschieht vermittelst kreisrunder, mit Schmirgel bestrichener Klingen. — Die Achatschleifer zu Oberstein und Idar bedienten sich künstlicher Mittel, um die Schönheit des Achats zu erhöhen oder seine Farbe zu ändern. Sie waschen Achate, welche eine regelmäßige Streifung zeigen, sorgfältig rein und lassen sie langsam

wieder trocken werden. Dann legt man sie in mit Wasser verdünnten Honig oder Syrup ($^1/_2$ Pfund Honig auf 1 Schoppen Wasser). Der Topf muß durchaus rein und namentlich nicht fettig sein. Er wird nun 14 bis 21 Tage lang heiß erhalten, ohne daß er zum Kochen kommt, und immer so viel nachgegossen, daß die Steine bedeckt bleiben. Nun werden diese herausgenommen, abgewaschen, und in einem andern Topfe mit so viel Schwefelwasser begossen, daß sie davon bedeckt sind. Der Topf wird mit einer Schieferplatte bedeckt und in heiße Asche gestellt, um welche glühende Kohlen gelegt werden. In einigen Stunden sind nun diejenigen Steine gefärbt, welche am besten einsaugen; andere bedürfen einen ganzen Tag oder nehmen auch gar keine Farbe an. Zuletzt werden die Steine aus der Schwefelsäure genommen, abgewaschen, auf dem Ofen getrocknet, geschliffen, einen Tag in Öl gelegt und endlich das Öl mit Kleie abgerieben. Durch dieses Verfahren werden bei einsaugenden Steinen die kaum grauen Streifen ganz grau, oder braun, oder schwarz; die weißen Streifen saugen nicht ein, werden aber weißer und undurchsichtig, und manche rote schöner rot. Hat man nun durch Kunst Steine (Onyxe) gewonnen, in denen ebene weiße oder rötliche Flächen mit dunklen wechseln, und benutzt man diesen Umstand, um aus der dunklen Farbe erhabene, auf der weißen stehende Figuren (Kameen) zu schleifen, oder weiße Figuren auf dunklem Grunde, so kann das Kunstwerk, wenn schön gearbeitet, einen sehr bedeutenden Wert haben. — Um Chalcedone zitrongelb zu färben, trocknet man sie einige Tage auf dem warmen, aber nicht heißen Ofen, begießt sie dann in einem reinen Topf mit Salzsäure, kittet auf die Öffnung des Topfes eine Schieferplatte mit Thon und läßt das Ganze 2 bis 3 Wochen lang lau stehen. — Blau wird durch Einlegen in Berlinerblau gefärbt. — Gelblich-graue bis gelblich-rote Chalcedone können in Karneole verwandelt werden, wenn man sie erst langsam trocknet, dann in irdenen Gefäßen glüht. — Auch taucht man, um schöne Karneole zu bekommen, Chalcedone, die keinen Glasglanz zeigen, in eine Lösung von salpetersaurem Eisenoxyd, worin sie längere Zeit liegen müssen, darauf getrocknet und schwach geglüht werden."

Der **Opal** kommt nie kristallisiert, sondern in verschiedenen nachahmenden Gestalten oder in derben Massen vor, welche in ihrem Innern ohne jede Struktur (amorph) sind, und oft erstarrter Gallert gleichen. Der Bruch ist meist muschelig, der Glanz Fettglanz oder Glasglanz; manche Abänderungen zeigen auch schönes Farbenspiel. Er ist selten ganz durchsichtig und farblos, gewöhnlich verschieden gefärbt und nur durch-

scheinend bis ganz undurchsichtig. Seine Härte ist geringer als die des Quarzes (H = 5,5—6,5) und er giebt daher am Feuerstahle weniger und schwächere Funken als dieser. Auch sein Gewicht erreicht nicht ganz das des Quarzes (G = 1,9—2,3). Er besteht aus (amorpher) Kieselsäure und Wasser (gewöhnlich 3—13 Prozent); geringere oder größere Beimengungen von Eisenoxyd, Kalk, Magnesia, Kali, Natron bedingen die verschiedenen Abänderungen, deren einige namentlich Eisenoxyd in nicht unbedeutender Menge enthalten. Legt man kleine Opalstückchen in ein Glasröhrchen und glüht sie darin, so zerspringen sie in der Regel heftig, setzen Wasserdampf ab und verändern, wenn sie farbig sind, ihre Farbe. Vor dem Lötrohr verknistert der Opal und ist unschmelzbar. Kocht man ihn in Kalilauge, so löst er sich darin ganz oder fast ganz auf. Setzt man der Lösung genügend viel Salmiak-Auflösung hinzu, so entsteht ein Niederschlag von Kieselerde-Hydrat. Quarz wird von Kalilauge nicht oder nur teilweise (der Feuerstein und Chalcedon) angegriffen. Die wichtigsten Abänderungen sind:

a) Der Glasopal (Hyalith); er ist farblos, durchsichtig, stark glasglänzend und bildet kleintraubige oder nierenförmige Überzüge von froschlaichähnlichem Ansehen auf Klüften basaltischer Gesteine, z. B. bei Löbau und am Ascherhübel bei Tharandt in Sachsen, bei Waltsch und Bilin in Böhmen, bei Breisach am Kaiserstuhl, bei Wilhelmsbad und Steinheim bei Hanau, im Porphyr bei Tokay in Ungarn und in Mexiko, im Serpentin am Zobtenberg in Schlesien, auf Kluftflächen der mit Eruptivsteinen bedeckten Braunkohle von Seifhennersdorf bei Zittau in Sachsen, in der Lava auf der Insel Ischia und am Monte Rossi am Ätna. Als jugendliche Bildung überkrustet er sogar zuweilen den Gesteinen aufsitzende Flechten.

b) Der Sinteropal (Kieselsinter); er bildet Rinden und Überzüge, trauben-, nieren- oder tropfsteinförmige (stalaktitische), oft zerfressen, zellig oder porös aussehende Massen von weißlicher, grauer, gelblicher oder rötlicher Farbe. Er hat geringen Glanz (Wachsglanz) oder er ist matt, dabei kantendurchscheinend bis undurchsichtig und schließt nicht selten Pflanzenteile ein. Er bildet sich als Absatz mancher heißen Quellen, z. B. der Geyser auf Island, in Kamtschatka, Neuseeland und Nordamerika.

c) Der Perlmutteropal (Kascholong); er bildet traubige, nierenförmige Massen oder Platten und Überzüge, ist gelblich-weiß, matt und undurchsichtig. Er ist ein Begleiter des Chalcedons und kommt auf Blasenräumen in Mandelstein-Basalt auf den Faröern, Island, Grönland, auf

Brauneisenstein bei Hüttenberg in Kärnten, auf Klüften des Serpentins bei Frankenstein in Schlesien u. s. w. vor.

d) Der edle Opal; er ist schon von Plinius sehr hübsch beschrieben worden und kommt derb, in Knollen und eingesprengt vor, ist glasglänzend, halbdurchsichtig oder durchscheinend, hat bläulich-weiße oder gelblich-weiße Farbe und dabei ein unvergleichliches Farbenspiel, eine Erscheinung, die man nach ihm Opalisieren genannt hat. Plinius sagt in seiner Beschreibung desselben: „Man bemerkt an ihm das mildere Feuer des Rubin, den leuchtenden Purpur des Amethyst, das Grün des Smaragd und alles dieses gleichmäßig in unglaublicher Mischung schimmernd." Zugleich erzählt er als Beweis, wie hoch zu seiner Zeit der Opal geschätzt wurde, daß der Senator Nonius eines Opals wegen von dem Triumvir M. Antonius ins Exil geschickt wurde, dem er um das Opfer dieses Kleinods hätte entgehen können. Er zog aber die Verbannung mit seinem Opal dem Leben in Rom ohne denselben vor. Aber auch heute noch ist der edle Opal sehr geschätzt, und Exemplare, die volles Farbenspiel besitzen, stehen dem Diamanten im Preise nahe. Sie werden immer muschelig geschliffen, und da sie nicht bedeutend hart sind, so muß man sie, wenn man sie reinigt, nur sanft abwischen. Was übrigens das bunte Farbenspiel des Opals betrifft, so hat Brewster angegeben, daß in seiner Masse eine Menge mikroskopischer Poren lagenweise nach drei verschiedenen Richtungen verteilt sind, und daß die Verschiedenheit der Farben von der verschiedenen Größe dieser Poren abhängig ist. Behrens konnte indessen von diesen lagenweise verteilten Poren nichts wahrnehmen, und sucht die Ursache des Farbenspiels in eingebetteten, sehr dünnen und oft gekrümmten, das Licht zurückwerfenden Opal-Lamellen von etwas anderer Brechbarkeit.

Früher bezog man den edlen Opal nur von Czerwenitza in Ungarn, welches zwischen Kaschau und Eperies liegt, und wo er im Trachyt vorkommt. Die Felsmasse, welcher viele kleine Opalstückchen eingesprengt sind, nennt man Opalmutter; man verkauft sie an Sammlungen oder schleift Ringsteine und andere kleine Sachen daraus, deren Wert nicht bedeutend ist. Die Opalgruben von Czerwenitza stehen der K. K. Hofkammer zu und sind verpachtet. Der gegenwärtige Pächter heißt A. L. Goldschmidt; er hat sie auf 25 Jahre gegen die jährliche Abgabe von 10 000 Gulden in Benutzung, beschäftigt 100 bis 120 Arbeiter und hat in Wien ein Verkaufslager. Der schönste bekannte edle Opal, von der Größe einer Mannesfaust, befindet sich im K. K. Hof-Mineralienkabinett zu Wien. Er wiegt 34 Lot, ist unregelmäßig geschliffen (damit seine Masse nicht vermindert werden sollte) und wird von österreichischen Juwelieren

auf 2 000 000 Gulden geschätzt. Er soll zur Zeit der Kaiserin Maria Theresia gefunden worden sein. Der französische Naturforscher Beudant erwähnt einen ebenfalls in Ungarn gefundenen von der Größe eines halben Kronthalers. Zur Zeit Napoleons I. besaß die Gemahlin Murats, Königs von Neapel, den schönsten Opalschmuck. Herr v. Fejervary, der frühere Pächter der ungarischen Opalgruben, besitzt 2 Opale, welche schwarz sind und rubinrot spielen. Jetzt werden auch schöne edle Opale von Gracias a Dios (Republik Honduras), woselbst sie sich ebenfalls in trachytischem Trümmergestein finden, in den Handel gebracht. — In Paris werden edle Opale vortrefflich nachgeahmt. Man schleift Bergkrystalle en cabochon und wirft sie glühend in eine färbende Flüssigkeit, woselbst sie feine Sprünge bekommen, in welche die Farbe eindringt. Dadurch bekommen sie ein prachtvolles Ansehen und werden unter dem Namen Girasol verkauft." — In Glas hat man den edlen Opal noch nicht täuschend nachgeahmt, doch liefert man einen hübschen Glasfluß, der gelblich, weißlich und blau spiegelt; den roten Schein giebt man ihm durch eine rote Folie.

Über die vorher erwähnten Opalgruben von Czerwenitza schreibt Prof. G. vom Rath: „Im edlen oder farbenspielenden Opal, womit sich schon in vorhistorischer Zeit die Menschen schmückten, ist einem der entlegensten, wildesten Teile Ungarns ein Schatz gegeben, welchen die Natur Indien und dem Ural, Peru und Brasilien versagt hat. In dem großen Trachytgebirge, auf dessen südlichen Gehängen die Reben von Tokay den Feuerwein erzeugen, dessen nördlicher Teil ungeheuere Wälder trägt, liegt (2 Ml. südöstlich von Eperies) die einsame Niederlassung Dubnik, unfern Czerwenitza oder, wie man jetzt sagen soll, Börösvagas. Auf einem Hügel inmitten einer Waldlichtung erblickt man ein Haus in Villenstil, umgeben von Beamten- und Arbeiterwohnungen. Ringsum Wald meilenweit und herrliches Jagdgehege. Der Trachyt (Andesit), welcher teils hohe, schön gewölbte Gebirge, teils Kämme mit jähen Felswänden darstellt, führt hier in Nestern und kleinen, zertrümmerten Adern den edlen Opal. Nicht in einem Gang, nicht in einem Lager findet sich der Edelstein, sondern zufällig, regellos in einer gewissen Zone der meist konglomeratischen Felsen. Viele Kilometer lang und in mehreren Sohlen über einander ziehen sich die Stollen hin, in denen man den Opal gesucht. Es ist ein unsicherer, ein Bau auf Hoffnung. Wochenlang brechen und sprengen 100 Arbeiter, ohne einen brauchbaren Stein zu entdecken (so behauptet wenigstens Hr. A. L. Goldschmidt, der Pächter der dem Ärar gehörigen Opalgrube); dann leuchtet im Gestein ein kleines Trumm oder eine Drusenausfüllung in dem charakteristischen Farbenspiel,

welches der Arbeiter auch in der Grubennacht, überflossen von Sickerwässern, erkennt. Der Hutmann wird gerufen, er schreibt genau vor, wie der Felsenteil mit dem Juwel zu brechen sei. Der Boden der Grube muß eben, rein und möglichst trocken sein, damit die etwa fallenden Bruchstücke nicht verloren gehen. Hängt das Finden eines wertvollen Steins von glücklichem Zufall ab, so auch die Gewinnung, denn allzu oft reißt derselbe, und statt eines Juwels von ansehnlicher Größe fallen nur kleine Bruchstücke. Wie bei den Goldgruben, so ist auch bei diesem Opalbergwerk die sorgsamste Veranstaltung gegen Entwendungen getroffen. Jeder Arbeiter, welcher die Grube verläßt, wird untersucht. Welch ein Gegensatz zwischen dem wilden, fast menschenleeren Waldgebirge und der französischen Hauptstadt — zwischen dem armen, elenden slowakischen Arbeiter, der das Juwel brach und der Fürstin, welche sich damit schmückt!"

e) Der Feueropal; er kommt derb, eingesprengt und in Trümmern vor, ist schön hyacinthrot oder honiggelb bis weingelb, stark glänzend, durchsichtig bis kantendurchscheinend und im Aussehen schönem Kirschgummi ähnlich. Besonders schöne Stücke irisieren an den lichteren Stellen karminrot und apfelgrün, und diese Stücke geben ausgezeichnete Schmucksteine ab. Der Feueropal im Mineralienkabinett der Universität Bonn, welcher die Größe einer mittelmäßigen Faust hat, gilt für eine Seltenheit. Der Hauptfundort des Feueropals ist Villa secca bei Zimapan in Mexiko, wo er in einem trachytischen Trümmergestein vorkommt. Außerdem findet er sich auch in Telkebanya in Ungarn, im Dolerit der Faröer und bei Washington County in Georgien.

f) Der gemeine Opal; er ist derb oder eingesprengt, seltener tropfsteinförmig (stalaktitisch) oder knollenförmig, bisweilen bildet er auch Afterkrystalle (Pseudomorphosen) nach Kalkspat und Augit. Er ist halbdurchsichtig oder durchscheinend, wachs- oder glasglänzend und verschiedentlich weiß, gelb, grau, grün, rot und braun gefärbt. Der milchweiße heißt Milchopal, der wachsgelbe Wachsopal, der grüne Prasopal, der pechbraune Pechopal. Bisweilen zeigt er einen roten oder blauen Lichtschein. Er findet sich auf Spalten- und Blasenräumen in basaltischem Gestein auf den Faröern, Island und Grönland, im Trachyt bei Eperies, Tokay und Telkebanya in Ungarn, im Porphyr von Leisnig und Hubertusburg in Sachsen, im Pechstein von Robschütz bei Meißen, im Serpentin bei Frankenstein in Schlesien, im Kalkstein bei Schwarzenberg und Berggießhübel, auf Erzgängen bei Freiberg, Eibenstock, Johanngeorgenstadt, Schneeberg im Erzgebirge.

g) Der Hydrophan (Weltauge); er ist teils edler, teils gemeiner Opal, der seinen Wassergehalt größtenteils, und damit sein Farbenspiel, seinen Glanz und seine Durchsichtigkeit verloren hat, welche Eigenschaften er jedoch im Wasser unter Ausstoßen von Luftblasen vorübergehend wieder erlangt. Für diesen Versuch schleift man ihn gern und zwar flach gewölbt; zum Schmuckstein eignet er sich nicht. Im gewöhnlichen Zustande klebt er stark an der feuchten Zunge, weil er die Feuchtigkeit derselben einsaugt. Mit Öl gesotten zeigt er sich auf lange Zeit durchscheinend. Er findet sich in der Gegend von Hubertusburg teils in schmalen Trümmern, teils in Chalcedonkugeln, zusammen mit Amethyst, Bergkrystall und gemeinem Opal. Auf der Lagerstätte ist übrigens der Hydrophan weich und gallertartig. — Nach Haidinger ist auch der in den Knoten des Bambusrohres sich absetzende Tabasheer nichts anderes als Hydrophan.

h) Der Halbopal; er ist derb, knollenförmig, bisweilen auch tropfsteinartig; auch kommt er eingesprengt und als Versteinerungsmittel des Holzes (Holzopal) mit deutlich erkennbarem Holzgefüge vor. Er ist durchscheinend bis undurchsichtig, schwach fettglänzend oder nur schimmernd, verschieden weiß, grau, gelb, rot, braun bis schwarz gefärbt und oft gestreift. Er findet sich an den beim gemeinen Opal angegebenen Orten. Schöne Holzopale, die, wie Quenstedt sich ausdrückt, der Unkundige für stark eingekochte Bratenbrühe halten würde, finden sich bei Scheiba, Tokay und Telkebanya in Ungarn.

i) Der Jaspopal (Eisenopal); er ist undurchsichtig, fettglänzend, rot, braun, ockergelb gefärbt und aus dem Halbopal durch Aufnahme von viel Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat (bis über 40 Prozent) hervorgegangen. Er findet sich zu Lauenhain bei Mittweida, Bockau bei Schneeberg, bei Johanngeorgenstadt in Sachsen und namentlich in Ungarn.

k) Der Leberopal (Menilit); er bildet Knollen, Nieren, Platten, ist leber- oder kastanienbraun, auch gelblich-grau, wenig glänzend bis matt, undurchsichtig und findet sich namentlich bei Menilmontant bei Paris, Nikolschitz und Weißkirchen in Mähren.

l) Der Schwimmstein (Schwimmkiesel); er bildet knollige, sehr poröse und darum leichte und auf dem Wasser schwimmende Massen bei St.-Ouen bei Paris. Saugen sich jedoch seine Poren voll Wasser, so sinkt er unter. Er ist als verwitterter Menilit anzusehen. Die französischen Händler bestreichen ihn mit Thon, damit er nicht untersinkt und dem Unkundigen das anziehende Schauspiel eines schwimmenden Steines möglichst lange gewährt.

Anhangsweise ist hierher auch der Polierschiefer, der Tripel und die Kieselguhr (Bergmehl, fälschlich auch „Infusorienerde" genannt) zu rechnen, erdige, leicht zerreibliche Massen, welche größtenteils aus den zierlichen Kieselpanzern von Diatomaceen oder Spaltalgen bestehen, und daher eigentlich mehr als Fossilien, denn als Mineralien zu betrachten sind, aber chemisch ebenfalls aus amorpher wasserhaltiger Kieselsäure bestehen. Sie sind matt, weißlich, gräulich oder gelblich, kleben schwach an der Zunge und kommen teils (wie die Kieselguhr) auf dem Grunde entwässerter Sümpfe und Seen (z. B. bei Franzensbad in Böhmen, bei Ober-Ohe und Ebsdorf in der Lüneburger Heide, im Spreethal bei Berlin), teils (wie der Tripel und Polierschiefer) schichtenweise (z. B. bei Bilin in Böhmen) vor. Schon die Alten benutzten die Kieselguhr, um daraus leichte Ziegelsteine zu verfertigen; neuerlich sind die 40 Fuß mächtigen Schichten in der Lüneburger Heide wieder Gegenstand großer Ausbeute geworden, denn bei der Darstellung von Wasserglas, Zement, Steinkitt, Formsand, Siegellack, Dynamit u. s. w. findet die Kieselguhr mannigfache Verwendung. Der gelbliche Tripel, ein afrikanischer Handelsartikel, dient vorzugsweise zum Schleifen und Polieren harter Gegenstände, die aber nicht härter als Quarz sein dürfen.

2. Ordnung. Feldspate, Felsite.

Die Feldspate sind hell gefärbt, vollkommen spaltbar, stehen auf der 6. Härtestufe und ihre säulenförmigen oder dick-tafelförmigen Krystalle gehören meist dem monoklinischen oder triklinischen Krystallsystem an. Sie sind vor dem Lötrohr meist schwer schmelzbar, in Säuren meist unlöslich und bestehen aus Kieselsäure, Thonerde und Kali oder Natron oder Kalk. Sie sind als wesentliche Gemengteile vieler Gesteine von Wichtigkeit. — Hierher gehören der eigentliche Feldspat (Orthoklas), Albit, Anorthit, Oligoklas und Labradorit und mehr anhangsweise der Leucit, Nephelin und Lasurstein — der Obsidian, Bimsstein, Perlstein und Pechstein.

Der **Feldspat** (Orthoklas, Kalifeldspat) kommt in großen, bisweilen sogar fußlangen Krystallen, am häufigsten aber derb vor.

Die Krystalle, welche dem monoklinischen System angehören, sind teils rhombisch kurz-säulenförmig, teils dick-tafelförmig, teils sechsseitig kurz-säulenförmig, teils rechtwinkelig-säulenförmig und finden sich entweder einzeln eingewachsen und dann vollständig ausgebildet, oder auf-

gewachsen und dann gewöhnlich zu Drusen vereinigt. Nicht selten treten die Krystalle in Zwillingen und zwar besonders in Durchwachsungszwillingen auf. Dadurch, daß die Orthoklaskrystalle nach zwei auf einander rechtwinkeligen Richtungen vollkommen spaltbar sind, unterscheidet sich der Orthoklas neben der Form der Krystalle von allen übrigen Feldspatmineralien.

Die derben Abänderungen des Feldspat (Feldstein) finden sich oft in Form von Rollstücken oder Geschieben auf Feldern und sind teils feinkörnig, teils dicht. Selten bildet der Feldspat Afterkrystalle oder Pseudomorphosen z. B. nach Leucit, wie bei Oberwiesenthal im sächsischen Erzgebirge.

Der Feldspat ist gewöhnlich weißlich oder rötlich (rötlich-weiß bis fleischfarben oder ziegelrot, gelblich-weiß bis gelb, gräulich-weiß bis aschgrau oder bräunlich, grünlich-weiß bis grünlich-grau) gefärbt und durchscheinend bis undurchsichtig, doch kommt er auch farblos und durchsichtig oder halbdurchsichtig vor. Sein Glanz ist Glasglanz; die Spaltungsflächen zeigen oft Perlmutterglanz. Der in der Regel krystallisierte, durchsichtige oder halbdurchsichtige, farblose oder nur schwach gefärbte Feldspat wird als Eisspat oder Adular bezeichnet. In den Schweizeralpen, besonders am St. Gotthard, und auf Ceylon finden sich Adulare, die im Innern einen wogenden, bläulichen Lichtschein zeigen, der besonders hervortritt, wenn die Steine muschelig geschliffen sind; sie werden Mondsteine genannt. Eine andere Abänderung des Feldspat ist der Amazonenstein, der sich durch lebhaft grüne (spangrüne) Farbe auszeichnet und zuerst am Amazonenstrom aufgefunden worden ist. Seine Farbe soll von etwas Kupferoxyd herrühren. Die undurchsichtige, trübe gefärbte Abänderung von Frederiksvärn in Norwegen hat einen bläulichen Farbenschimmer.

Der Feldspat hat weißlichen Strich. Seine Härte ist etwas geringer als die des Stahles und gilt als sechste Härtestufe oder als sechster Härtegrad (H = 6). Er ist 2,5 mal so schwer als Wasser (G = 2,53 — 2,58) und besteht aus Kieselsäure (64,68 Prozent), Thonerde (18,43 Prozent) und Kali (16,89 Prozent). In den bis jetzt untersuchten Feldspaten hat man jedoch fast stets auch kleine Mengen von Kalk, Eisen, Magnesia, Wasser, und namentlich neben dem Kali auch Natron, gewöhnlich zu 2 — 3 Prozent, gefunden. Vor dem Lötrohr schmilzt er sehr schwer zu einem trüben, blasigen Glas, meist runden sich dünne Splitter nur. Fein gepulvert, mit gleichviel Soda gemengt und auf Kohle gelegt, schmilzt er, immerfort Blasen treibend, zu einer fast kugeligen Masse. In der

Boraxperle lösen sich kleine Stückchen sehr langsam auf. Reibt man zwei große Stücke im Dunkeln gegen einander, so leuchten die geriebenen Flächen und es entsteht ein brenzliger Geruch, wie wenn man Quarzstücke gegen einander reibt. Von Säuren wird der Feldspat nicht angegriffen.

Der Feldspat gehört zu den verbreitetsten Mineralien. Schöne Krystalle finden sich bei Bischofsgrün im Fichtelgebirge, bei Hirschberg, Lomnitz und Striegau in Schlesien, am Übel- und Datenberg und überhaupt an den Bergen des Lauchagrundes am Inselsberge im Thüringer Walde, bei Karlsbad, Elbogen und besonders bei Petschau in Böhmen, bei Baveno am Lago maggiore, auf der Insel Elba, bei Arendal in Norwegen, Alabaschka am Ural. Von der Größe der Feldspatkrystalle, wie sie am Ural vorkommen, kann man sich ungefähr einen Begriff machen, wenn man erfährt, daß bei Miask ein ganzer Steinbruch in einen einzigen Krystall getrieben worden ist. In der Gegend von Karlsbad und Elbogen sind Zwillingskrystalle (Karlsbader Zwillinge) nicht selten. Der Adular kommt außer am St. Gotthard (den man fälschlich für den Mons Adula der Alten hielt) z. B. auch im Pusterthal, im Zillerthal (am Rotenkopf) und im Pfitschthal (am Wildkreuzjoch) vor. — Der derbe Feldspat ist als ein wesentlicher Gemengteil vieler Gesteine, besonders des Granits, Gneißes, Syenits, Porphyrs sehr verbreitet.

Der farblose, wasserhelle Adular, der Mondstein und der Sonnenstein werden zu Ringsteinen geschliffen und zu verschiedenen Schmucksachen verarbeitet. Der reine Orthoklas dient als Zusatz zur Porzellanmasse, zu manchen Glasuren und Emails; auch wird er gemahlen als Düngemittel auf dürftigem Boden benutzt.

Von Arendal und Kragerö in Norwegen werden ganze Schiffsladungen von Feldspat für den Bedarf der Porzellanindustrie ausgeführt.

Eine eigentümliche Varietät des Feldspats ist der Sanidin oder glasige Feldspat. Er ist dem gewöhnlichen Feldspat in der Krystallform, Härte und im äußern Ansehen ganz ähnlich. Die Oberfläche seiner Krystalle ist aber gewöhnlich sehr rissig und die Spaltungsflächen zeigen sehr starken Glasglanz. Seine Farbe ist graulich-weiß, grau oder gelblich-weiß und dabei ist er durchsichtig bis durchscheinend. In chemischer Beziehung zeichnet er sich durch einen verhältnismäßig hohen Natrongehalt aus. Er ist ein häufiger Gemengteil des Trachyt und Phonolith und für diese Gesteine charakteristisch. Wer den Trachyt des Drachen-

fels im Siebengebirge, woraus der alte Kölner Dom gebaut war, etwas näher ins Auge faßt, der wird darin längliche Säulen oder tafelförmige Zwillinge in Menge erkennen, die beim Zerbrechen stark glänzen, ziemlich farblos sind und oft gesprungenem Glase recht ähnlich sehen. Das ist Sanidin, wie er auch in den Lesesteinen am Laacher See, bei Wehr und Rockeskyll, in der Eifel und in den Auswürflingen des Monte Somma am Vesuv vorkommt.

Der **Albit** ist ein Natronfeldspat, d. h. ein Feldspat, in welchem das Kali durch Natron ersetzt wird, und der demnach in der Hauptsache aus Kieselsäure, Thonerde und Natron besteht. Vor dem Lötrohr verhält er sich wie der Kalifeldspat, er färbt aber die Flamme deutlich gelb. Von Säuren wird er ebenfalls nicht angegriffen. Seine Krystalle sind teils tafelförmig, teils säulenförmig und denen des Orthoklas und namentlich denen des Adular ähnlich, gehören aber dem triklinischen System an. Sie sind nach zwei Richtungen, die aber nicht rechtwinkelig auf einander stehen, vollkommen spaltbar. Außerdem kommt der Albit auch in derben Massen von körnigem, schaligem und strahligem Gefüge, sowie eingesprengt vor. Er ist gewöhnlich weiß in verschiedenen Abstufungen, aber auch farblos, durchsichtig bis kantendurchscheinend und glasglänzend. Seine Härte ist etwas höher, als die des Orthoklas ($H = 6 — 6{,}5$), ebenso sein Gewicht ($G = 2{,}62 — 2{,}67$). Bemerkenswerte Fundorte sind Penig, Chursdorf, Limbach und Siebenlehn in Sachsen, Stonsdorf unweit Hirschberg in Schlesien, der St. Gotthard und Thusis in der Schweiz, Pfitsch und Pfunders in Tirol, die Saualpe in Kärnten, die Insel Elba.

Wahrscheinlich nur eine Abart des Albit ist der Periklin. Er ist dem Albit in der Farbe, Härte und der chemischen Zusammensetzung fast ganz gleich, unterscheidet sich von demselben aber durch seine eigentümlichen, in der Richtung der langen Mittelaxe stark verlängerten Säulen- und Zwillingsbildungen, sowie durch ein Gewicht, das bei den Krystallen 2,5, bei gepulvertem Periklin aber 2,64 beträgt. Er ist von trüber, weißer Farbe, schwach glasglänzend und nicht selten ganz mit feinschuppigem, blau-grünem Chlorit bepudert. In den Tiroler und Salzburger Alpen — bei Pfunders in Tirol finden sich Krystalle von 12 cm Länge — ist er ziemlich häufig; auch im Glimmerschiefer am St. Gotthard und im Serpentin von Zöblitz in Sachsen tritt er auf.

Der **Anorthit** ist in seinen Krystallen und Zwillingsbildungen, die ebenfalls dem triklinischen System angehören, dem Albit und Oligoklas sehr ähnlich. Seine Krystalle haben sehr vollkommene Spaltbarkeit.

Außer in Kryſtallen kommt er in Körnern und körnigen Maſſen vor. Er iſt farblos oder weiß, durchſichtig bis durchſcheinend und glasglänzend. Vor dem Lötrohr ſchmilzt er ziemlich ſchwer, aber leichter als die übrigen Feldſpate und giebt mit Soda ein durchſcheinendes Milchglas. Von konzentrierter Salzſäure wird er (bisweilen unter Aufbrauſen) vollſtändig, aber ohne Bildung von Kieſelgallert zerſetzt. Auch zu natürlicher Zerſetzung iſt er mehr als andere Feldſpate geneigt. Seiner chemiſchen Zuſammenſetzung nach beſteht er aus 43,08 Prozent Kieſelſäure, 36,82 Prozent Thonerde, 20,10 Prozent Kalkerde. Er beſitzt unter allen Feldſpaten die geringſte Menge Kieſelſäure (höchſtens 48 Prozent) und die größte Menge Kalkerde (wenigſtens 15 Prozent); er wird daher als Kalkfeldſpat bezeichnet. — Man hat den Anorthit vorzüglich, und bisweilen in ſchön ausgebildeten Kryſtallen, in Druſenräumen der alten Veſuvauswürflinge an der Somma, in den Laven und vulkaniſchen Tuffen des Hekla auf Island und in anderen Laven, endlich auch in den Meteorſteinen von Stannern in Mähren und von Juvenas in den Sevennen gefunden. In neuerer Zeit hat man ihn auch als Gemengteile verſchiedener Geſteine beobachtet.

Der **Oligoklas** enthält außer Kieſelſäure und Thonerde neben 8,5 Prozent Natron noch 4,8 Prozent Kalkerde; er wird daher als Natronkalkfeldſpat bezeichnet. Vor dem Lötrohr verhält ſich der Oligoklas wie der Orthoklas und Albit, er ſchmilzt aber weit leichter zu einem klaren Glas, und färbt dabei die Flamme gelb. Von Säuren wird er wenig zerſetzt, und zwar um ſo ſchwieriger, je weniger er Kalk enthält; der kalkreichere Oligoklas bedeckt ſich übrigens bei ſeiner Verwitterung mit einer durch Salzſäure aufbrauſenden Rinde von kohlenſaurem Kalk, wodurch er ſich vom Orthoklas, Albit und Labradorit unterſcheidet. Vor den eben genannten Feldſpatmineralien unterſcheidet er ſich aber auch durch ausgezeichnete Zwillingsſtreifung, unreine Farben, geringen, wachsartigen, nur auf einer beſtimmten Spaltungsfläche glaſigen Glanz und — er iſt gewöhnlich undurchſichtig oder kantendurchſcheinend — geringe Durchſichtigkeit. Seine trikliniſchen, meiſt vorherrſchend tafelförmigen, aber ſelten vollſtändig entwickelten Kryſtalle, zeigen gewöhnlich eine ſich vielfach wiederholende Zwillingsbildung in der Weiſe, daß 6,8 und noch mehr Kryſtallblätter mit ihren breiten Flächen parallel verwachſen ſind, und daher kommt es, daß die ſcheinbar einfachen Kryſtalle der einen Spaltungsfläche (der ſchiefen baſiſchen Spaltungsfläche) die ſo charakteriſche Zwillingsſtreifung in ausgezeichneter Weiſe (manchmal freilich nur mit dem Vergrößerungsglaſe) wahrnehmen laſſen. Auch derbe

Massen, welche eine schalige oder körnige Absonderung besitzen, lassen die Zwillingsstreifung erkennen. Der Oligoklas ist oft grünlich-grau, graulich oder gelblich, seltener rötlich, bräunlich oder grün gefärbt; bisweilen schillert er infolge beigemengter Schüppchen von Eisenrahm als sogenannter Sonnenstein. Seine Härte ist 6, sein Gewicht 2,60 — 2,66. — Der Oligoklas ist ein Gemengteil verschiedener Gesteine, des Granit, Gneiß, Felsitporphyr, Diabas, Diorit, Trachyt u. s. w. Ausgebildete Krystalle kommen bei Bodenmais in Bayern, Warmbrunn im Riesengebirge, Marienbad und Karlsbad in Böhmen, bei Arendal und Tvedestrand in Norwegen (am letztgenannten Orte auch der sogenannte Sonnenstein), bei Ytterby bei Stockholm und anderen Orten in Schweden, bei Pargas und Kimito in Finnland u. s. w.

Wie sich der Sanidin zum Orthoklas verhält, so verhält sich wahrscheinlich der Andesin zum Oligoklas. Seiner Krystallgestalt, Härte, Schwere und Farbe nach ist er ein Albit, aber durch seine chemische Zusammensetzung nähert er sich dem Oligoklas. Er kommt in den vulkanischen Gesteinen der Anden häufig vor.

Der **Labradorit** (Labrador) ist ein Kalknatronfeldspat. Er bildet säulen- oder tafelförmige Krystalle, welche dem triklinischen System angehören, aber meist nicht deutlich ausgebildet sind. Außerdem kommt er in derben Massen mit spätigem, körnigem oder dichtem Gefüge vor. Er ist nach einer Richtung sehr vollkommen spaltbar und die Spaltungsflächen zeigen eine eigentümliche Streifung (Zwillingsstreifung); nach einer andern Richtung ist er weniger vollkommen spaltbar, aber die Spaltungsflächen zeigen oft, von einer gewissen Seite betrachtet, ein schönes Farbenspiel in Blau, Grün, Gelb und Rot, das mit dem Farbenschiller der Augen in den Federn des Pfauenschweifes große Ähnlichkeit hat. In der Regel ist er nur kantendurchscheinend, glasglänzend (auf den Spaltungsflächen oft fettglänzend) und grau, doch findet er sich auch weißlich, rötlich, bläulich und anders gefärbt. Der Härte nach ist er dem Orthoklas gleich (H = 6), aber sein Gewicht ist etwas höher (G = 2,68 — 2,74). Er besteht aus Kieselsäure, Thonerde, Kalkerde und Natron. Vor dem Lötrohr schmilzt er noch leichter als Albit und Oligoklas zu einem weißen Email und färbt dabei die Flamme gelb. Auch wird er von konzentrierter Salzsäure in feingepulvertem Zustande nach längerem Erhitzen unter Abscheidung von Kieselschleim zersetzt. — Der Labradorit ist ein Gemengteil vieler Gesteine, des Hypersthenit, Gabbro, Dolerit, Basalt u. s. w. und findet sich so an der Hellmühle bei Penig, in der Gegend von Roßwein und Siebenlehn in Sachsen, bei Volpersdorf und Neurode in Schlesien

am Meißner in Heſſen, bei Elfdalen in Schweden. Durch prachtvolles Farbenſpiel zeichnet ſich der Labradorit von der St. Pauls-Inſel an der Küſte der Halbinſel Labrador aus, wo er in gerundeten und eckigen, oft mehr als fauſtgroßen Stücken als Geſchiebe vorkommt und von Miſſionaren der Herrnhuter Brüdergemeinde im Jahre 1775 zuerſt aufgefunden wurde. Ebenſo ſchön kommt er aus Ingermanland, aus dem Gouvernement Wolhynien und von Kammeny-Brod unfern Radomyſl im Gouvernement Kiew. Der letztern Fundſtätte entnahm man 15 Millionen kg des farbenſpielenden Minerals zur Ausſchmückung der Heilandskirche in Moskau. Schöne Stücke werden auch zu Ringſteinen, Doſen und ähnlichen Geräten verarbeitet.

Zur leichtern Orientierung wollen wir die wichtigeren der vorſtehend beſchriebenen Feldſpat-Mineralien nochmals nebeneinanderſtellen:

I. Monokline Feldſpate.

A. Grundfeldſpate.

1. Kalifeldſpate. Kaligehalt 16—10 Prozent.
Orthoklas.

II. Trikline Feldſpate.

2. Natronfeldſpate. Natrongehalt 12—10 Prozent.
Albit.

3. Kalkfeldſpate. Kalkgehalt 20—15 Prozent.
Anorthit.

B. Miſchfeldſpate (ſie gehen aus der Miſchung der Albit- und Anorthitmaſſe hervor).

4. Kalknatronfeldſpate. Kalkgehalt 2—10 Prozent. Natrongehalt 8—10 Prozent.
Oligoklas.

5. Natronkalkfeldſpate. Kalkgehalt 10—13 Prozent. Natrongehalt 3—8 Prozent.
Labradorit.

An die Feldſpatmineralien ſchließen ſich der Leucit, Nephelin und Laſurſtein an.

Der **Leucit** kommt in ringsum ausgebildeten eingewachſenen Ikoſitetraëdern, die deshalb auch Leucitoëder genannt werden, vor. Die Kryſtalle ſind oft kaum erbſengroß, ſeltener bis fauſtgroß, ſchließen häufig fremde, mikroſkopiſche Körperchen, wie Augit- oder Magneteiſenkörnchen, ein und beſitzen gewöhnlich eine höchſt unvollkommene und nur ſelten deutlich bemerkbare Spaltbarkeit. G. vom Rath entdeckte an aufgewachſenen Kryſtallen der Veſuv-Auswürflinge zarte Streifen auf den Flächen der

Kryſtalle. Da dieſe Streifen nur von Zwillingen herrühren können, eine ſolche Zwillingsbildung im regulären Syſtem aber unmöglich iſt, ſo werden gegenwärtig die Leucitkryſtalle als tetragonale Kryſtalle bezeichnet. Der Leucit iſt gewöhnlich weißlich bis aſchgrau gefärbt, halbdurchſichtig bis kantendurchſcheinend, glasglänzend und (auf den Bruchflächen) fettglänzend, nahezu ſo hart wie Feldſpat (H = 5,5—6) und etwa 2,5 mal ſo ſchwer als das Waſſer (G = 2,45—2,50). Er beſteht aus Kieſelſäure, Thonerde und Kali, iſt vor dem Lötrohr unſchmelzbar und unveränderlich, gepulvert aber durch Salzſäure unter Abſcheidung von Kieſelpulver vollſtändig zerſetzbar. — Der Leucit findet ſich in den Laven des Veſuv, der Umgebung von Rom, bei Rieden bei Andernach, am Kaiſerſtuhl. Er iſt auch ein mikroſkopiſcher Gemengteil vieler Baſalte und mancher Phonolithe. — Schon die Straßen von Pompeji wurden mit Leucitlaven gepflaſtert, und die Felder von Frascati ſind ſtellenweiſe von Leucitkryſtallen wie mit Erbſen bedeckt, denn wenn das Geſtein verwittert, ſo fallen die Kryſtallkörner heraus.

Der **Nephelin** tritt in kleinen hexagonalen, ein- oder aufgewachſenen Säulen, in Körnern und körnigen Maſſen auf. Er iſt nahezu ſo hart wie der Feldſpat (H = 5,5—6) und 2,6 mal ſo ſchwer als das Waſſer (G = 2,58—2,64), durchſichtig bis kantendurchſcheinend und zeigt auf den Kryſtallflächen Glasglanz, auf den Bruchflächen ſtarken Fettglanz. Die farbloſen, weißen und grauen, faſt durchſichtigen Abänderungen werden vorzugsweiſe als Nephelin, die gefärbten, grünlichen, rötlichen, bräunlichen, nur kantendurchſcheinenden als Eläolith bezeichnet. Er beſteht aus Kieſelſäure, Thonerde, Natron und Kali. Der eigentliche Nephelin ſchmilzt vor dem Lötrohr nur ſchwer, der Eläolith ziemlich leicht zu einem blaſigen Glaſe. Farbloſe und klare Splitter des Nephelin werden durch Salpeterſäure trübe. Von Salzſäure wird das Mineral unter Abſcheidung von Kieſelgallert vollkommen zerſetzt. — Der Nephelin tritt beſonders in den jüngeren Geſteinen auf, z. B. am Veſuv, am Capo di Bove bei Rom, am Katzenbuckel im Odenwald, bei Meiches in Heſſen, im Löbauer Berg in Sachſen, in der Umgegend von Außig in Böhmen. Der Eläolith kommt hauptſächlich in alten Syeniten Norwegens und Sibiriens vor.

Der **Lazurſtein** (Lapis Lazuli) kommt zwar auch kryſtalliſiert vor, aber die Kryſtalle, welche Rhombendodekaëder darſtellen, ſind äußerſt ſelten und undeutlich; gewöhnlich iſt er derb und eingeſprengt und dabei feinkörnig. Er iſt kantendurchſcheinend bis undurchſichtig, beſitzt glasähnlichen Fettglanz und eine eigentümliche, ſchöne blaue (lazurblaue)

Farbe und einen bläulich-weißen Strich. Seine Härte steht zwischen der des Apatits und des Feldspates (H = 5,5). Er ist 2,4 mal (G = 2,38—2,42) so schwer als Wasser und besteht aus Kieselsäure, Thonerde, Schwefelsäure, Natron und Kalk. Vor dem Lötrohr verliert er die blaue Farbe und schmilzt, fortwährend Blasen treibend, zu einem weißen, blasigen Glas. Mit Soda auf Kohle geschmolzen, giebt er gleichfalls eine weiße Masse, und diese entwickelt Schwefel-Wasserstoffgas, wenn sie mit Salzsäure befeuchtet wird. Übergießt man das Pulver des Steins mit Salzsäure, so entwickelt sich ebenfalls aus ihm Schwefel-Wasserstoffgas (wie faule Eier riechend), und es entsteht eine grau-gelbliche Gallerte. Nach Nordenskiöld ist der Lasurstein eigentlich ein farbloses Mineral, das zwischen seinen Teilchen einen Farbstoff enthält, der verschiedene grüne, blaue, violette und rote Farben zeigt, durch Erhitzung aber lasurblau wird. — Man findet den Lasurstein mit Kalkstein verwachsen in Sibirien, hauptsächlich am Baikalsee, in Tibet, China, Chile und in Auswürflingen des Monte Somma am Vesuv. — Von den Bewohnern Hochasiens wird er als Schmuckstein und als Amulett getragen. Aber auch in Europa, wohin er durch armenische Kaufleute gelangt, wird er zu vielerlei Ziergeräten, wie zu Dosen, Vasen, Statuetten, zur Ausschmückung der Wände in Kirchen (wie z. B. in Italien) und Palästen (wie in Petersburg) verwendet. Er ist jedoch selten ganz rein blau, gewöhnlich zeigt er helle Flecke und Adern, und sehr häufig goldgelbe Punkte, die, aus Eisenkies bestehend, ihm zwar ein schönes Ansehen geben — die Alten verglichen ihn mit dem mit Sternen geschmückten Himmel — sich aber leicht zersetzen, eine düstere Farbe annehmen und den schönen Stein dann verunzieren. Früher wurde aus dem Lasurstein, indem man ihn fein pulverte und schlemmte, die kostbare Ultramarinfarbe, welche mit mehr denn Gold aufgewogen wurde, bereitet; heutigestags wird dieselbe in vielen Fabriken ungefähr aus denselben Bestandteilen, wie sie der Stein hat, künstlich, billig und nicht weniger schön dargestellt. Die Ehre dieser Erfindung gebührt dem Chemiker Christian Gottlob Gmelin in Tübingen, einem der gelehrtesten Chemiker Deutschlands, der 1860 starb. Der Lasurstein aus Chile zeichnet sich im Feuer durch eine prachtvolle, grüne Phosphorescenz aus.

Anhangsweise mögen endlich hier auch die als „natürliche Gläser" (Hyalolithe) bezeichnete Mineralmassen, der Obsidian, Bimsstein, Perlstein und Pechstein eine Stelle finden. Sie haben schlackiges oder glasiges Ansehen, muscheligen Bruch, kommen nie krystallisiert vor, sind spröde und enthalten 60 — 80 Prozent Kieselerde. H = 5,5 — 7; G = 2,1 — 2,5.

Der **Obsidian** bildet eine vollkommen glasartige Masse von ausgezeichnet muscheligem Bruch und starkem Glanz. Er ist so spröde, daß man mit einem kleinen Hammer die größten Blöcke zerschlagen kann, und seine Bruchstücke sind äußerst scharfkantig („schneidend-scharfkantig"). Seine Farbe ist vorherrschend schwarz, doch kommt er auch braun, grau oder grünlich vor. Er ist durchsichtig bis undurchsichtig, meist durchscheinend oder kantendurchscheinend, so hart wie Feldspat oder Quarz (H = 6 — 7) und etwa 2,5 mal so schwer als Wasser. Vor dem Lötrohr schmilzt er meist unter Aufblähen zu einem schaumigen Glase; von Säuren wird er meist wenig angegriffen. Er enthält durchschnittlich 60 — 80 Prozent Kieselsäure, 6 — 19 Prozent Thonerde, 2 — 10 Prozent Eisenoxyd, 3 — 8 Prozent Natron und Kali. — Der Obsidian ist in vulkanischen Gegenden, wo er Ströme und auch wohl Lager und Gänge im Trachyt bildet, sehr verbreitet, so auf den Liparischen Inseln, auf Teneriffa, Island, Neuseeland, in Mexiko, Ungarn; in Böhmen (in der Gegend von Thein an der Moldau und bei Budweis) kommt grünlicher, fast durchsichtiger Obsidian (sogenannter Bouteillenstein) als Gerölle und Geschiebe vor. — Der Obsidian wird zu Schmucksachen, Halsketten, Nadeln, Knöpfen, Dosen u. s. w. benutzt. Nach der Angabe des Plinius soll ihn ein gewisser Obsidius zuerst aus Äthiopien gebracht haben. Die Römer verwendeten ihn zu Spiegeln und Gemmen, sowie zu Trinkschalen, welche ganz die Stelle unseres Glases vertraten; auch Kugeln von Obsidian, mit Wasser gefüllt, gebrauchte man als Brenngläser. Augustus stellte vier Elephanten von Obsidian im Tempel der Concordia auf. Die Griechen verwendeten ihn zu Pfeilspitzen (Marathonsteine auf dem Schlachtfelde bei Marathon); die alten Mexikaner verfertigten sich nach A. v. Humboldt selbst Rasiermesser und andere schneidende Werkzeuge aus demselben, wie solche in Grabmälern zuweilen gefunden worden sind. — Wahrscheinlich haben auch diese natürlichen Glasflüsse auf das künstliche Glas geführt; denn die Erfindung desselben durch phönizische Kaufleute am Flusse Belus, wie sie uns Plinius erzählt, erscheint sehr wenig glaublich, da ein offenes Feuer zur Erzeugung von Glasflüssen nicht hinreicht.

Der **Bimsstein** ist schlammiger oder schaumiger Obsidian. Er ist meist hellgrau, weißlich oder gelblich, seltener grünlich oder dunkelbraun, sehr spröde und fast seidenglänzend. H = 5. Das Gewicht des gepulverten Bimssteins gleicht dem des Steinsalzes (G = 2,2); er ist aber meist so reich an Hohlräumen, daß er auf dem Wasser schwimmt. Vor dem Lötrohr verhält er sich wie Obsidian, auch hat er ziemlich die gleiche

chemische Zusammensetzung. Er findet sich teils in Verbindung mit Obsidian- und Perlsteinströmen, teils in Form loser Auswürflinge in der Umgebung thätiger oder erloschener Vulkane, so auf den Liparischen Inseln, auf Teneriffa, Island, in Ungarn, am Laacher See und an anderen Orten am Rhein. Die vulkanische Asche, welche am 29. März 1875 von dem 170 Meilen fernen Island in Norwegen ankam, bestand aus Bimsstein. Der Bimsstein des Handels kommt vorzugsweise von dem ganz aus Bimsstein bestehenden Berge Campo bianco auf der Insel Lipari. Der weißliche, leichte, faserige und seidenartig glänzende wird am meisten geschätzt. Er dient zum Schleifen und Polieren von Marmor- und Alabasterarbeiten, von Glas-, Holz-, Leder- und Metallwaren, als Zusatz zum Mörtel, zur Seife (Bimssteinseife) u. s. w.

Der **Perlstein** oder **Perlit** ist eine glas- oder emailartige Masse von meist perlgrauer oder grau-blauer Farbe, welche aus lauter hirsekorn- bis erbsengroßen, meist konzentrisch-schaligen Körnern zusammengesetzt ist. Er ist kantendurchscheinend, perlmutterglänzend, spröde und so hart wie Feldspat (H = 6). Sein Gewicht ist 2,2—2,4. Er besteht im allgemeinen aus Kieselerde (70—79 Prozent), Thonerde, Kali und Natron, Kalkerde, Eisenoxyd, Magnesia und 3—4,5 Prozent Wasser. Vor dem Lötrohr bläht er sich auf, ohne zu Glas zu schmelzen. — Der Perlstein bildet Ströme und Gänge bei Schemnitz und Telkebanya in Ungarn, in den Euganeen, auf den Ponza-Inseln (südwestlich von Gaëta), in Mexiko.

Der **Pechstein** bildet halbglasige Massen von pechähnlichem Aussehen, starkem Fettglanz und muscheligem bis unebenem Bruch. Er ist schwarz, braun-rot, grünlich oder gelblich gefärbt, sehr spröde, durchscheinend und kaum so hart als Feldspat (H = 5,5—6). Sein Gewicht ist 2,1—2,3. In der chemischen Zusammensetzung ist er dem Perlstein ziemlich gleich, doch enthält er 62—74 Prozent Kieselerde und 5—9 Prozent Wasser. Vor dem Lötrohr wird er in dünnen Splittern erst weiß und trübe, dann schmilzt er leicht und ruhig zu einem schaumigen Glase oder weißlichen Email. Von Säuren wird er nicht angegriffen. — In Deutschland kommt der Pechstein nur im Königreich Sachsen und zwar hauptsächlich im Triebischthal bei Meißen vor, wo er Gänge im Quarzporphyr und auch deckenartige Ausbreitungen bildet; einzelne gangförmige Vorkommen sind auch von Zwickau, Lugau, Chemnitz, Leisnig und aus der Gegend zwischen Freiberg und Tharand bekannt. In Ungarn kommt er im Gebiete des Trachyt vor (Trachytpechstein). Berühmt sind die Pechsteinlagerungen und Pechsteingänge auf den schottischen Inseln Arran und Skye.

3. Ordnung. **Schwellsteine**, Zeolithe.

Die Schwellsteine oder Zeolithe sind farblose oder weiße (seltener durch Eisenoxyd gelblich oder rötlich gefärbte) Mineralien, welche in ihrer chemischen Zusammensetzung dem Oligoklas, Labrador und Anorthit, bisweilen auch dem Leucit und Nephalin nahe stehen. Sie unterscheiden sich aber hauptsächlich dadurch von den Felsiten, daß sie beim Erhitzen im Glasröhrchen Wasser ausschwitzen (also wasserhaltig sind), daß sie vor dem Lötrohr leicht unter Aufschwellen (Aufschäumen, Aufkochen) zu einem weißen, blasigen Glase oder Email schmelzen, und daß sie in konzentrischer Salzsäure leicht unter Abscheidung gallertartiger oder pulveriger Kieselsäure löslich sind. Sie erreichen kaum Glashärte (H = 4 — 5) und gehören zu den leichtesten Steinen (G = 1,9 — 2,5). Ihr Glanz ist Glasglanz, auf den Spaltungsflächen zeigen sie auch Perlmutterglanz. Obgleich unscheinbar und schwer von einander zu unterscheiden, gehören sie doch zu den lieblichsten Gebilden der Hohlräume in Eruptivgesteinen (Basalt, Phonolith, Melaphyr u. s. w.); dagegen kommen sie nie als Gemengteile von Gesteinen vor. Sie sind wahrscheinlich als wasserhaltige Umbildungsprodukte von zersetzten Feldspatmineralien zu betrachten. — Die verbreitetsten Zeolithe sind der Apophyllit, Chabasit, Stilbit, Phillipsit, Harmotom, Desmin, Natrolith, Prehnit.

Der **Apophyllit** (Ichthyophthalm, Albin) kristallisiert in tetragonalen Pyramiden, welche oft mit tetragonalen Säulen verbunden sind, und kommt auch in derben Massen mit schaliger Absonderung vor. Die Kristalle sind gewöhnlich klein und meist zu Drusen vereinigt; sie sind parallel der Grundfläche vollkommen spaltbar. Nicht selten ist der Apophyllit farblos, doch findet er sich auch gelblich-weiß, graulich-weiß, rötlich-weiß und fleisch- oder rosenrot. Seine Härte ist 4,5 — 5, sein Gewicht 2,3 — 2,4. Er ist durchsichtig bis kantendurchscheinend und besteht aus Kieselsäure, Kalkerde, Fluorcalcium und Wasser. Die roten Abänderungen sind durch Fluorkobalt gefärbt. — Der Apophyllit findet sich bei Außig im böhmischen Mittelgebirge (in Blasenräumen vom Phonolith), am Monte Cipit auf der Seisseralpe in Südtirol, auf Island, auf Erzgängen auf der Grube Samson bei Andreasberg am Harz, auf Himmelfürst-Fundgrube bei Freiberg, bei Kongsberg in Norwegen.

Der **Analcim** kristallisiert meist in Ikositetraëdern, welche zuweilen faustgroß, oft aber auch sehr klein sind und gewöhnlich Drusen bilden; seltener bildet er derbe Massen von körnigem Gefüge. Er ist farblos,

weiß, gräulich, rötlich-weiß bis rötlich, durchsichtig bis kantendurchscheinend, fast so hart wie Feldspat (H = 5,5), 2,1—2,3mal so schwer als das Wasser, und besteht aus Kieselsäure, Thonerde, Natron und Wasser. Vor dem Lötrohr wird er erst trübe und schmilzt dann ruhig zum klaren Glase. Er findet sich bei Außig, Bilin und Salesl in Böhmen, im Fassathal in Tirol, auf den Cyklopeninseln bei Catania (sehr reichlich in Spalten und Höhlungen eines zersetzten Dolerits), auf Erzgängen im Thonschiefer bei Andreasberg, im Thoneisenerz von Duingen in Hannover, im Magneteisenerz bei Arendal in Norwegen. Die größten Analcimkrystalle hat man im Mandelstein des Fassathales gefunden.

Der **Chabasit** kommt gewöhnlich krystallisiert und zwar in Rhomboëdern vor, die meist zu Drusen vereinigt sind. Er ist vorherrschend farblos oder weiß (bisweilen auch gelblich oder rötlich), durchsichtig bis kantendurchscheinend, etwas härter als Flußspat (H = 4—4,5) und etwa doppelt so schwer als Wasser (G = 2,02—2,15). Seine chemischen Bestandteile sind Kieselsäure, Thonerde, Kalkerde und Wasser. — Der Chabasit gehört zu den verbreitetsten Zeolithen. Er findet sich in Blasenräumen im Basalt des Hutberges bei Herrnhut, des Hochwaldes und des Schanzberges bei Oberseifersdorf bei Zittau in Sachsen, im böhmischen Mittelgebirge (z. B. bei Rübendörfl bei Außig), bei Oberstein im Nahethal, in den Basalttuffen der Rhön, im Fassathal in Tirol, auf Erzgängen bei Andreasberg (z. B. auf der Grube Felicitas) und als ganz neue Bildung in den heißen Quellen von Plombières und Luxeuil.

Der **Stilbit** (Heulandit) kommt krystallisiert und in derben, strahlig-blätterigen Massen vor. Die Krystalle sind meist dünn- oder dick-tafelförmig, seltener säulenförmig, einzeln eingewachsen oder zu Drusen vereinigt und gehören dem monoklinischen System an. Er ist farblos oder weiß, aber oft (durch mikroskopische Schüppchen, Körnchen und Kryställchen von Roteisenerz) rot, zuweilen auch gelblich- oder braun-gefärbt, durchsichtig bis kantendurchscheinend, kaum so hart wie Flußspat (H = 3,5—4) und etwa so schwer wie Steinsalz (G = 2,1—2,2). Er besteht aus Kieselsäure, Thonerde, Kalkerde (ein kleiner Teil durch Natron vertreten) und Wasser. — Der Stilbit findet sich häufig in Blasenräumen der Basalte und Basaltmandelsteine, z. B. im Fassathal in Tirol, auf den Farörn, Island, Skye, auf Erzlagern bei Arendal in Norwegen, auf Erzgängen bei Kongsberg in Norwegen und Andreasberg am Harz.

Der **Phillipsit** (Kalkharmotom) kommt in meist kleinen, dünn-säulenförmigen Krystallen vor, welche dem monoklinischen System angehören und teils zu Drusen verwachsen sind, teils strahlig-stengelige, kugelige

Gruppen bilden. Die Krystalle sind nur scheinbar einfach, in Wahrheit bestehen sie aus zwei gegenseitig ganz durchdringenden Krystallen und sind also Durchkreuzungszwillinge. Zwei solcher einfachen Zwillinge sind nicht selten wieder so zu einem Doppelzwilling verwachsen, daß sie ein vollständiges, rechtwinkeliges Kreuz darstellen. Endlich kommen auch Vereinigungen von drei solchen Doppelzwillingen vor, welche sich rechtwinkelig kreuzen. Der Phillipsit ist farblos, weiß, graulich, gelblich, rötlich, glasglänzend, durchsichtig bis durchscheinend, etwas härter als Flußspat (H = 4,5) und etwa so schwer als Steinsalz (G = 2,15—2,20). Er besteht aus Kieselsäure, Thonerde, Kali und Wasser. Von dem Harmotom unterscheidet er sich dadurch, daß er vor dem Lötrohr unter Aufblähen zu einem klaren Glase schmilzt. — Der Phillipsit findet sich im Nephelin-Dolerit des Löbauer Berges in Sachsen, bei Sirgwitz bei Löwenberg und im Wingendorfer Steinberg bei Lauban in Schlesien, bei Hauenstein und Salesl in Böhmen, am Habichtswalde bei Kassel, am Stempel bei Marburg, bei Annerode bei Gießen, Nidda im Vogelsgebirge, bei Limburg, bei Lasbach im Kaiserstuhl u. s. w.

Der **Harmotom** (Kreuzstein) bildet, wie der Phillipsit, kleine säulenförmige Krystalle, welche Durchkreuzungszwillinge darstellen; ebenso sind Doppelzwillinge und rechtwinkelige Kreuzungen von drei Doppelzwillingen nicht selten. Er ist glasglänzend, durchsichtig bis kantendurchscheinend, farblos, meist jedoch graulich-weiß, auch gelblich, rötlich oder bräunlich gefärbt. An Härte gleicht er dem Phillipsit (H = 4,5), sein Gewicht ist aber etwas größer (G = 2,44—2,50). Er besteht aus Kieselsäure, Thonerde, Baryterde, etwas Kali und Wasser. Vor dem Lötrohr schmilzt er ziemlich schwer, ohne Aufwallen zu einem durchscheinenden, weißen Glas. Von Salzsäure wird er unter Abscheidung von Kieselpulver vollkommen zersetzt. — Der Harmotom findet sich auf Erzgängen bei Andreasberg am Harz, bei Rudelstadt in Schlesien, bei Kongsberg in Norwegen, bei Strontian in Schottland (wo die größten, scheinbar einfachen Krystalle, Morvenit genannt, vorkommen), in Blasenräumen von Melaphyr-Mandelstein bei Oberstein an der Nahe, im Basalt am Schiffenberg bei Gießen in Hessen, zu Sirgwitz bei Löwenberg in Schlesien u. s. w.

Der **Desmin** (Strahlzeolith) bildet dünne, breit-säulenförmige Krystalle, welche dem rhombischen System angehören und mit ihren breiten Säulenflächen zu fächerförmigen oder garbenförmigen Bündeln verwachsen sind; auch kommen derbe Massen von strahlig-breitstengeligem Gefüge vor. Er ist durchsichtig bis fast undurchsichtig, glasglänzend, auf den Spaltungsflächen perlmutterglänzend, meist weiß, aber auch grau, gelb, rot,

braun und farblos. Seine Härte ist geringer als die des Flußspates (H = 3,5 — 4), sein Gewicht gleicht dem des Steinsalzes (G = 2,1 — 2,2). Er besteht aus Kieselsäure, Thonerde, Kalkerde und Wasser, außerdem aus etwas Kali oder Natron als Stellvertretern einiger Teile der Kalkerde. Vor dem Lötrohr bläht er sich stark auf und schmilzt nur schwer zu einem blasigen Glase. — Der Desmin findet sich in Blasenräumen von Melaphyr, Basalt, Dolerit, Phonolith z. B. im Fassathal in Südtirol, bei Oberkamnitz in Böhmen, bei Härtlingen und Haiger am Taunus, bei Eckardsberg und Lützelberg am Kaiserstuhl, im Granit von Baveno und Bodenmais, im Gneiß bei Göschenen in der Schweiz, auf Erzgängen bei Andreasberg am Harz, Kongsberg in Norwegen, auf Erzlagern bei Falun in Schweden und Arendal in Norwegen.

Der **Natrolith** (Faserzeolith) bildet kleine oder sehr kleine, dünnsäulenförmige, nadelförmige oder haarförmige Krystalle, welche dem rhombischen System angehören und zu strahlig-büscheligen Drusen oder kugeligen oder nierenförmigen Haufwerken (Aggregaten) verwachsen sind. Außerdem kommen dünne Platten vor, welche aus dicht mit einander verwachsenen, strahlig-faserigen Kugeln und Nieren bestehen, zu keilförmigen Stücken zerspringen und beim Schleifen an ihrer Oberfläche lauter konzentrische Kreise zeigen. Solche Platten durchziehen z. B. den berühmten Klingsteinfelsen Hohentwiel in Oberschwaben. Dieselben nehmen eine schöne Politur an und sind zur Ausschmückung des königlichen Schlosses zu Stuttgart verwendet worden. Der Natrolith ist farblos, graulich-weiß, oft auch gelblich oder gelb gefärbt, glasglänzend, durchscheinend bis kantendurchscheinend. Seine Härte ist 5 — 5,5; sein Gewicht 2,17 — 2,26. Er besteht aus Kieselsäure, Thonerde, Natron und Wasser. Vor dem Lötrohr schmilzt er leicht und ruhig zu klarem Glase. — Der Natrolith findet sich vorzugsweise in Blasenräumen basaltischer und phonolithischer Gesteine, so z. B. im Basalt der Judenkuppe bei Löbau und des Schloßbergs zu Stolpen in Sachsen, bei Außig in Böhmen, bei Hohentwiel in Oberschwaben, am Alpstein bei Sontra in Hessen. Bei Brevig in Norwegen finden sich große Krystalle und dickstengelige Haufwerke.

Der **Prehnit** kommt krystallisiert, in kugeligen, traubigen oder nierenförmigen Gestalten von schaligen oder strahlig-stengeligem Gefüge, und in derben Massen von körnigem Gefüge vor. Die Krystalle, welche dem rhombischen System angehören, sind tafelartig oder kurz-säulenförmig und gewöhnlich zu Drusen oder zu keilförmigen, fächerförmigen und wulstförmigen Gruppen verbunden. Der Prehnit ist grünlich-weiß bis grün gefärbt, seltener farblos, glasglänzend, auf den Spaltungsflächen perl-

mutterglänzend, durchsichtig bis kantendurchscheinend. Seine Härte reicht an die Härte des Quarzes (G = 6—7) und sein Gewicht beträgt 2,8—3. Durch Erwärmen wird er elektrisch. Er besteht aus Kieselsäure, Thonerde, Kalkerde, 1—6 Prozent Eisenoxyd und Wasser. Vor dem Lötrohr schmilzt er leicht unter starkem Aufblähen zu einem blasigen Glase. — Der Prehnit findet sich z. B. bei Treseburg, Bremke und im Wormkethal am Harz, bei Ratschinges und im Fassathal in Tirol, bei Oberstein in der Pfalz, bei Bourg d'Oisans im Dauphiné, in Schottland, am Kap der Guten Hoffnung.

4. Ordnung. **Edelsteine**, Sklerite.

Die Edelsteine kommen meist gut auskrystallisiert vor, haben lebhafte Farben, starken Glasglanz, einen hohen Grad von Durchsichtigkeit, große Härte (H gewöhnlich = 7,5—9) und mittleres bis hohes Gewicht (G = 2,5—4,3). Vor dem Lötrohr sind sie meist unschmelzbar, in Säuren meist unlöslich. Außer der Kieselsäure enthalten sie vorherrschend Thonerde, Beryllerde, Zirkonerde oder Talkerde, einige bestehen auch ausschließlich daraus. Viele sind als Schmucksteine geschätzt. — Wir stellen hierher den Korund, Chrysoberyll, Spinell, Topas, Beryll, Zirkon, Turmalin, Granat, Axinit, Vesuvian, Epidot, Olivin, Cordierit, Staurolith, Andalusit, Disthen.

Der **Korund** kommt krystallisiert, in derben Massen und in Körnern vor. Die Krystalle, welche die Form von hexagonalen Säulen oder von hexagonalen Pyramiden haben, erscheinen meist einzeln eingewachsen oder durch Zerstörung des sie einschließenden Gesteins lose im Schuttlande; die derben Massen sind grob- bis feinkörnig. Die Spaltbarkeit ist sehr verschieden, vollkommen bis unvollkommen, der Bruch muschelig bis uneben, der Glanz Glasglanz. Der Korund ist durchsichtig bis durchscheinend und farblos oder gefärbt, zumal blau (Saphir) und rot (Rubin), doch auch verschiedentlich grau, gelb, braun; nicht selten ist ein und derselbe Krystall mehrfarbig. Der Strich ist weiß. Der Härte nach wird der Korund nur von Diamant übertroffen (H = 9), alle anderen Steine stehen ihm an Härte nach. Er ritzt den Topas und giebt am Stahle Funken. Er ist 4 mal so schwer als Wasser (G = 3,9—4) und besteht aus reiner Thonerde (53,2 Prozent Aluminium und 46,8 Prozent Sauerstoff). Vor dem Lötrohr und im Schmelzofen ist er unschmelzbar, er kann aber im Knallgas-Gebläse mit Leichtigkeit zum Schmelzen gebracht werden. — „Das Knallgas-Gebläse besteht aus

einem Gemenge von 9 Maß Wasserstoff und 4 Maß Sauerstoff, welches man in einem Behälter eingeschlossen hat, aus einer engen Öffnung ausströmen läßt, und vor derselben anbrennt; der so entstehende Feuerstrahl hat eine ungeheure, die Glut der Schmelzöfen und die Lötrohrflamme übertreffende Hitze." — Sehr kleine Stückchen Korund lösen sich in der Boraxperle langsam auf, gepulvert löst er sich auch in der Phosphorsalzperle langsam, aber vollkommen auf, und das entstehende Glas opalisiert beim Erkalten nicht. Von Säuren wird er nicht verändert, dagegen schmilzt er mit saurem schwefelsaurem Kali leicht zu einer im Wasser vollständig löslichen Masse. — Man unterscheidet nach dem Grade der Durchsichtigkeit und nach der Farbe folgende Abänderungen:

a) Den edlen Korund (Salamstein). Er bildet eingewachsene, gewöhnlich aber lose, oft abgerundete, glatte Krystalle und Körner von vollkommener bis unvollkommener Spaltbarkeit und muscheligem Bruch. Er ist durchsichtig bis durchscheinend und rein gefärbt. Der schön blau gefärbte heißt Saphir, der rote Rubin, der gelbe orientalischer Topas, der grünlich-blaue orientalischer Aquamarin, der dunkelgrüne orientalischer Smaragd, der gelblich-grüne orientalischer Chrysolith, der rötlich-gelbe orientalischer Hyacinth, der violette orientalischer Amethyst, der ganz wasserhelle Leukosaphir. Die dunklen Saphire nennt man männliche, die blassen weibliche Saphire, die ganz hellen Wassersaphire. Schwärzlich- oder grünlich-blaue Saphire, die gewöhnlich nicht ganz durchsichtig sind, heißen Luchs- oder Katzensaphir. Der Rubin ist dunkelkarmesinrot oder kochenillerot, auch karmin- und rosenrot, und hat häufig weiße Flecken, die man aber durch vorsichtiges Glühen entfernen kann. Meist hat er einen Stich ins Violett-Blaue, besonders wenn man ihn dicht vor das Auge hält und das Licht durchfallen läßt. Der orientalische Topas oder gelbe Topas zeigt die verschiedenen Stufen des Gelb von Hochgelb bis Blaßgelb, zeichnet sich vor dem wirklichen Topas durch ein viel schöneres Feuer aus und gewinnt beim Kerzenlicht. Den orientalischen Smaragd kann man als den seltensten aller Edelsteine bezeichnen, da die smaragdgrüne Färbung bei dem Korund nur sehr selten vorkommt. Der Leukosaphir hat wegen seines starken Glanzes sehr viel Ähnlichkeit mit dem Diamant. Manche nur durchscheinende Korunde zeigen bei Sonnenlicht oder bei künstlicher Beleuchtung einen sechsstrahligen, weißen Lichtschein, den Ecken der sechsseitigen Säule entsprechend. Diese Abänderung, die Sternsaphir (Sternkorund) genannt wird, kommt ebenfalls in den verschiedensten Farben vor: rot, blau, gelb u. s. w. — Die meisten

und schönsten, blauen und roten Abänderungen des Korund (Saphire und Rubine) werden in Asien und zwar in Birma gefunden. Die Bewohner glauben dort, daß diese Steine in der Erde wachsen und reifen, und daß die verschiedenen Farben den verschiedenen Graden der Reife entsprächen. Zuerst sei er farblos, werde dann gelb, grün, blau und zuletzt, als Zeichen der vollendeten Reife, rot. Leider wird infolge einer gesetzlichen Bestimmung bei den Birmanen ein großer Teil der schönsten Rubine und Saphire zerstört. Dieses Gesetz schreibt nämlich vor, daß die Bewohner nur die wertloseren Steine für sich behalten dürfen, alle aber, die einen bestimmten Wert überschreiten, bei Todesstrafe an die Regierung abliefern müssen. Aus Furcht vor dieser Strafe nun, und um doch etwas von dem Funde zu haben, zerschlägt jeder die gefundenen, wertvolleren Steine. Auch auf Ceylon, am Ural, in Nord- und Südamerika und in Australien werden schöne Korunde gefunden, und ein ehemals berühmter, jetzt ziemlich verlassener Fundort dieses Edelsteins findet sich im Isergebirge in Böhmen. Es ist dies die merkwürdige Iserwiese, eine flache Niederung auf der Höhe des Gebirges. Zahlreiche verlassene Gruben beweisen, daß man schon voralters hier ziemlich regellos nach den kostbaren Steinen gesucht hat. — Die Abänderungen des edlen Korund sind nächst den Diamanten die gesuchtesten Edelsteine. Am meisten geschätzt sind die Saphire und Rubine. Schöne Rubine sind oft teurer als Diamanten von gleicher Größe; auf der Auktion des Marquis de Drée in Paris wurde neuerdings ein Rubin von $2\frac{1}{2}$ Karat mit 14 000 Franken bezahlt, also wenigstens 10 mal so teuer, als ein gleich großer Diamant von reinstem Wasser. Von den Saphiren stehen die kornblumenblauen am höchsten im Preise. Nach den von Girard eingezogenen Nachrichten „hat der König von Ava einen Saphir von 921 Karat, die französische Krone einen von 132 Karat, ferner einen violetten von $13\frac{1}{2}$ Karat". Im Jahr 1836 sah Carl v. Hügel bei dem König von Lahore Ranjiet Singh (Singh heißt Löwe) einen als Sattelknopf dienenden Rubin von 2 Zoll im Geviert. Auf diesen berühmten Stein hatte in älterer Zeit der Kaiser Jehanghir seinen Namen schneiden lassen, um diesen Namen sicher auf die Nachwelt zu bringen. Kleinere Krystalle und Körner dienen als Zapfenlager für die Spindeln feiner Uhrräder. Rubine und Saphire werden auch täuschend in Glas nachgeahmt.

b) Den gemeinen Korund (Diamantspat). Er bildet eingewachsene, oft rauhe Krystalle, Körner und derbe Massen, welche deutliche Spaltbarkeit und trübe Farben (grau, braun, rot) und geringe Durchsichtigkeit besitzen. Er kommt in Oberitalien (z. B. bei Mozzo in

Piemont), bei Campolongo am St. Gotthard, am Ural, auf Ceylon, in China, Nordcarolina (in über 300 Pfund schweren Kryſtallen) vor. Er wird wie der Smirgel verwendet.

c) Den Smirgel. Er bildet derbe, feinkörnige Maſſen und kommt auch eingeſprengt vor. Er iſt kaum durchſcheinend, ſchimmernd oder glanzlos und bläulich-grau bis indigoblau, reich an Eiſenoxyd und enthält auch etwas Kieſelſäure und Waſſer. Unter dem Mikroſkop erſcheint der Smirgel in vielen Fällen als ein inniges Gemenge von blauem Korund und Magneteiſenerz. Er findet ſich am Ochſenkopf bei Schwarzenberg in Sachſen, am Gummuchdagh in Kleinaſien (in der Nähe des alten Epheſus), von wo er über Smyrna in den Handel kommt, am reinſten und beſten aber auf der Inſel Naxos. Der Smirgel vom Ochſenkopf bei Schwarzenberg wurde, ehe man ſeine Anwendung kannte, zur Straßenausbeſſerung benutzt, ſpäter bezahlte man den Zentner mit 60 Thalern. „Von der Inſel Naxos werden jährlich", wie Landerer berichtet, „gegen 50 000 Zentner ausgeführt. Er findet ſich über körnigem Kalk, welcher über Granit lagert, und iſt zum Teil mit vielem Glimmer durchwachſen. Der beſte beſteht aus graulich-weißem Korund und Magneteiſen. Die ganze Inſel ſcheint Smirgellager zu haben, die in langer Zeit nicht erſchöpft werden können. Um ihn zu gewinnen, zündet man, weil er ſeiner großen Härte halber allen eiſernen Inſtrumenten widerſteht, auf und um ihn ſo große Feuer an, daß er ins Glühen kommt, begießt ihn dann mit Waſſer, worauf ſich die Blöcke zerklüften und nun in kleinere Maſſen geteilt werden können." — Die Smirgelgruben Kleinaſiens waren, wie die der Inſel Naxos, ſchon den alten Griechen und Römern bekannt und wurden von ihnen ſtark benutzt. — Der Smirgel dient zum Schleifen aller Schmuckſteine, mit Ausnahme der Diamanten; doch ſchleift man den Saphir und Rubin lieber mit Diamantbord, weil dieſer weit ſchneller fördert. Auch Metalle werden viel mit Smirgel geſchliffen. Statt des letztern und unter ſeinem Namen kommt vielfach ein Pulver in den Handel, welches aus zerſtoßenem geringem Topas, Beryll, Spinell und Granat, oder aus Granat, Quarz, Eiſenglanz, Eiſenſchlacken u. ſ. w. bereitet iſt; man nennt aber auch im gewöhnlichen Leben faſt jedes Schleifpulver Smirgel.

Der **Chryſoberyll** iſt nach dem Diamant und Korund der härteſte Edelſtein, der einzige, der zwiſchen der achten und neunten Härteſtufe ſteht oder die Härte 8,5 hat. Sein Gewicht iſt 3,7. Seine Kryſtalle ſind kurz und breit ſäulenförmig oder dick tafelartig und gehören dem rhombiſchen Kryſtallſyſteme an. Zwillings- und Drillingskryſtalle (die

oft 1—2 Zoll im Durchmesser haben) sind nicht selten. Er ist grünlich (grünlich-weiß, spargelgrün, olivengrün und grünlich-grau, auch grasgrün bis smaragdgrün), glasglänzend und durchsichtig oder fettglänzend und durchscheinend. Er besteht aus 19,80 Prozent Beryllerde und 80,20 Prozent Thonerde nebst etwas Eisenoxydul (3—5 Prozent). Vor dem Lötrohr ist er unschmelzbar; gepulvert, wird er von Borax und Phosphorsalz langsam und schwer zu klarem Glas gelöst; von Säuren wird er nicht angegriffen. Er findet sich auf Ceylon, Borneo, in Brasilien; aber nur die Stücke, die eine schöne grüne Farbe oder einen eigentümlichen bläulichen Lichtschein besitzen, werden hoch bezahlt. Eine Abänderung des Chrysoberylls ist der Alexandrit, der am Tage der Großjährigkeit des jetzigen Kaisers von Rußland bei Katharinenburg am Ural entdeckt wurde. Er ist smaragdgrün, aber nicht durchsichtig, sondern nur durchscheinend, und zeigt bei Licht eine dunkelrote Farbe.

Der **Spinell** kristallisiert gewöhnlich in Oktaëdern. Die Kristalle sind meist klein, einzeln eingewachsen oder aufgewachsen, kommen aber auch im aufgeschwemmten Lande abgerundet und als lose Körner vor. Er ist lebhaft glasglänzend, durchsichtig bis undurchsichtig und fast immer gefärbt und zwar vorherrschend rot, selten ist er farblos. Seine Härte ist 8, sein Gewicht 3,5—4,1. Er besteht aus 72 Prozent Thonerde und 28 Prozent Magnesia, doch ist gewöhnlich ein nicht unbedeutender Teil der Magnesia durch Eisenoxydul, oft auch etwas Thonerde durch Eisenoxyd vertreten. Vor dem Lötrohr ist der Spinell unschmelzbar und unveränderlich; nur der rote zeigt einen Farbenwechsel, indem er grün, farblos und wieder rot wird. Kleine Stückchen lösen sich in der Boraxperle sehr langsam auf. Von Säuren wird er nicht angegriffen. Man unterscheidet vier Abänderungen des Spinells, von denen aber nur die zwei ersten unter die Edelsteine ersten Ranges gerechnet werden. Es sind:

a) Der edle Spinell; er ist rot, blaßrosa bis dunkelkarminrot und wird im Handel allgemein Rubin genannt und für den eigentlichen Rubin (den roten Korund) oft genug verkauft. Er besteht aus reiner Magnesia-Thonerde und ist ein sehr geschätzter Edelstein und steht ziemlich hoch im Preise. Größere Spinelle von schöner Farbe werden dem Diamant an Wert ziemlich gleichkommen. Die Juweliere nennen ihn nach seinen Farbennüancen Rubin-Spinell, wenn er dunkelrot, Balas-Rubin, wenn er rosa, Almandin-Spinell, wenn er kochenillerot (mit einem Stich ins Blaue), Rubicell, wenn er gelblichrot, Essig-Spinell, wenn er schmutzig-rötlich ist. Die schönsten

Spinelle finden sich auf Ceylon (bei Mysore) und bei Pegu in Hinterindien. Alle Abänderungen werden täuschend in Glas nachgeahmt.

b) Der blaue Spinell (Saphirin); er zeigt alle Stufen des Blau, ist aber höchstens durchscheinend, niemals durchsichtig. Er enthält etwas Eisenoxyd (3,57 Prozent). Er kommt auf Ceylon, bei Aker in Södermannland in Schweden u. s. w. vor.

c) Der grüne Spinell (Chlorospinell); er ist grasgrün, nur an den Kanten durchscheinend und besteht neben Thonerde und Magnesia aus Eisenoxyd (9—15 Prozent) und etwas Kupferoxyd (0,3—0,6 Prozent). Kleine Krystalle kommen bei Slatoust am Ural vor.

d) Der schwarze Spinell (Pleonast, Ceylanit); er ist dunkelgrün, schwärzlich-blau, dunkelbraun bis schwarz und undurchsichtig. Er enthält neben der Thonerde und Magnesia Eisenoxydul (5—20 Prozent) und Kieselsäure (1,8—2,5 Prozent). Er kommt in losen Körnern im Sande der Iserwiese am Isergebirge und bei Podsedlitz in Böhmen und im Prießnitzthal bei Dresden, auf Erzgängen bei Bodenmais im Böhmer Wald, am Monzoniberg im Fassathal in Tirol, am Vesuv, bei Warwick und Amity in New-York, auf Ceylon u. s. w. vor. Er wird nur zu Trauerschmuck angewendet.

Der **Topas** kommt krystallisiert, derb, eingesprengt, in Geröllen und stumpfeckigen Stücken vor. Die Krystalle haben die Form rhombischer, an den Enden durch mancherlei Flächen begrenzter Säulen; sie sind der Quere nach vollkommen spaltbar, meist durchsichtig oder durchscheinend, glasglänzend und von weingelber bis honiggelber, oft sehr blaßer Farbe und auch ganz farblos und wasserhell, seltener rötlich-weiß bis hyacinthrot, bläulich-rot, blau oder grün. Die derben Massen sind körnig zusammengesetzt, gelblich-weiß, grünlich-weiß oder graulich-weiß und von geringer Durchsichtigkeit. Der Topas steht auf der achten Härtestufe (H = 8) und sein Gewicht ist 3,5. Durch Reiben, wie beim Erwärmen, wird er elektrisch, auch leuchtet er beim Erwärmen mit blauem, grünem oder gelbem Lichte. Er besteht aus 33,16 Prozent Kieselsäure, 56,70 Prozent Thonerde und 17,50 Prozent Fluor. Vor dem Lötrohr ist er unschmelzbar; kleine Stückchen, mit Soda auf Kohle lange geglüht, werden weiß und schlackig und zerfallen, wenn man sie mit Salzsäure begießt. In der Boraxperle lösen sich kleine Stückchen sehr langsam auf. Im Diamantenmörser fein gepulvert und dann auf Kohle geglüht, erscheint er weiß; darauf mit salpetersaurem Kobaltoxydul befeuchtet und wieder geglüht, wird er blau. Säuren wirken nicht merklich auf ihn ein, nur die Schwefelsäure greift ihn etwas an, wenn er mit dieser lange erwärmt wird.

Bemerkenswerte Fundorte des Topas sind der Schneckenstein im sächsischen Vogtlande, Geyer und Penig (wo er im Granit), Altenberg, Zinnwald und Ehrenfriedersdorf in Sachsen (wo er auf Zinnerzlagerstätten vorkommt), Schlaggenwald in Böhmen, Hirschberg in Schlesien, Roczna in Mähren, die Mourneberge in Irland, St. Agnes in Cornwall, Finbo bei Falun in Schweden. Die schönsten Krystalle finden sich in Sibirien und Brasilien. Nicht selten kommt der Topas mit Rauchquarz zusammen vor, ja man findet ihn dann sogar teils im Innern von Rauchquarzkrystallen, teils als Umhüllungsmasse derselben. So besitzt die Sammlung des Bergkorps zu Petersburg einen sibirischen Topas, welcher 31½ Pfund wiegt und einen Rauchtopas umschließt. — Die Sammlung des Bergwerkskollegiums in Stockholm enthält einen unreinen, schwedischen Topas von 80 Pfund Schwere.

Der in seiner Art einzig dastehende Schneckenstein im sächsischen Vogtlande ist ein in der Nähe der Städte Falkenstein und Schöneck befindlicher Felsen von 50—60 Fuß Höhe, der aus sogenanntem Topasfels besteht. Der Topasfels, ein eigentümlich zusammengesetztes Gestein, besteht aus groben (durchschnittlich faustgroßen) Bruchstücken eines quarzreichen Turmalinschiefers, die durch Quarz und Topas verkittet sind. Er bildet einen großen Gang im Glimmerschiefer, welcher sich zwischen Granit und Grauwacke als ein wenig breiter Streifen von Tannenbergsthal bis hinauf nach Sachsenberg erstreckt. Entdecker der Topase des Schneckensteins soll ein Hirtenknabe gewesen sein, und durch diesen soll sie ein in Auerbach wohnhafter Tuchmacher, Christian Kraut, kennen gelernt haben. Kraut ließ sie 1727 zuerst im stillen brechen und schleifen und vertrieb sie unter den Namen „Schneckensteine" und „Königskronen" außerhalb Sachsens. Später entdeckte er sein Geheimnis dem Kurfürsten August II., welcher den Felsen im Jahre 1737 käuflich an sich brachte. Von dieser Zeit an wurde er regelmäßig abgebaut, indem man Stücke mit Pulver lossprengte, dann zerschlug und die Topaskrystalle herausarbeitete. Die Krystalle sind blaßgelb und fast farblos, erreichen mitunter eine ziemliche Größe und sind besonders gut ausgebildet. Das grüne Gewölbe zu Dresden enthält prachtvolle Garnituren aus dem Schneckenstein stammender Topase und einzelne Krystalle, die bis 4 Zoll lang und 2 Zoll breit sind. Zuweilen enthalten die Krystalle Glimmerblättchen, Körnchen oder Säulchen von schwarzem Turmalin, sowie Täfelchen von Titaneisenerz eingeschlossen.

Der Topas gehörte früher zu den kostbarsten Edelsteinen, während sein Preis jetzt so gesunken ist, daß er vielfach nicht mehr zu den Edel-

steinen ersten Ranges gerechnet wird. Auch alle möglichen geheimen Kräfte wurden ihm früher beigelegt, und eine alte Edelsteinkunde berichtet über ihn: „Seine Tugend und innerliche Kraft soll mit dem Monde ab- und zunehmen, und darin bestehen, daß, wenn er in siedend Wasser geworfen wird, diesem alsobald die Hitze benommen und das Sieden gestillt wird, welche Eigenschaft veranlaßt hat, daß man ihn auch vor ein Mittel hält, den Zorn und heftige Gemütsbewegung zu stillen. Wenn er bei was Giftiges gelegt wird, soll er den Glanz verlieren, solchen aber wieder bekommen, sobald das Gift von ihm genommen wird." Von den verschiedenen Farbenabänderungen des Topas werden die wasserhellen aus Brasilien unter dem Namen „Wassertropfen" noch am höchsten geschätzt. Sie kommen als Geschiebe vor, sind von einer wunderbaren Durchsichtigkeit und haben viel Ähnlichkeit mit dem Diamant. Aber auch von diesen Wassertropfen bezahlt man ein Exemplar von Bohnengröße an Ort und Stelle mit 3 *M*. Die braun-gelben brasilianischen Topase haben die Eigenschaft, durch vorsichtiges Glühen rot zu werden. Man bringt den Topas in einen mit Sand und Asche gefüllten, kleinen Schmelztiegel und erhitzt denselben allmählich bis zum Rotglühen. Dann läßt man den Tiegel ebenso allmählich wieder abkühlen. Die Topase haben dann eine vollständige Farbenveränderung erlitten, und sind im allgemeinen um so lebhafter rot geworden, je dunkler gelb sie vorher waren. Sie heißen dann geglühte Topase oder brasilianische Rubine. Übrigens findet man in Brasilien auch solche von Natur rote Topase. Ebenso werden hellblaue und meergrüne Topase gefunden und dann im Handel als brasilianische Saphire und Aquamarine bezeichnet. Das Gewicht einzelner brasilianischer Topase soll bis 12 Pfund steigen. — Die Alten verstanden unter „Topazion" einen goldgelben oder grünen Flußspat, welcher, nachdem er der Sonne ausgesetzt worden war, stark im Dunkeln leuchtete; unser Topas war ihnen unbekannt.

Als eine Abänderung des Topas ist der **Pyknit** zu betrachten, der lange mit Beryll verwechselt (schörlartiger Beryll) und als selbständiges Mineral angesehen wurde. Er bildet unregelmäßig-sechsseitige, zu stengeligen Aggregaten verwachsene Säulen von strohgelber bis gelblichweißer Farbe, geringem Glasglanz und geringer Durchsichtigkeit. Er ist nicht ganz so hart als der Topas (H = 7,5) und enthält weniger Thonerde, aber mehr Fluor als dieser. Er findet sich hauptsächlich mit Quarz und grauem Lithionglimmer auf Zinnerzgängen bei Altenberg und Zinnwald in Sachsen.

Der **Beryll** erscheint gewöhnlich krystallisiert, selten in stengeligen,

stumpfeckigen Stücken und Geschieben. Die Krystalle haben die Form hexagonaler Säulen, sind meist senkrecht gestreift (bisweilen auch gegliedert und an ihrer Gliederungsstelle geknickt), teils einzeln eingewachsen, teils drusig aufgewachsen, teils zu stengeligen Massen vereinigt, und in der Richtung ihrer Tafelfläche ziemlich vollkommen spaltbar. Der Beryll besitzt Glasglanz, ist durchsichtig bis kantendurchscheinend, farblos, doch meist gefärbt, und zwar gewöhnlich grün in verschiedenen Abstufungen, aber auch strohgelb oder wachsgelb, smalteblau bis fast himmelblau, sehr selten licht-rosenrot. Seine Härte ist 7,5 — 8 und er giebt am Stahle Funken; sein Gewicht 2,6 — 2,7. Er besteht aus 66,84 Prozent Kieselsäure, 19,05 Prozent Thonerde, 14,14 Prozent Beryllerde; gewöhnlich enthält er auch ganz geringe Mengen von Eisenoxyd. Vor dem Lötrohr ist er nur sehr schwer schmelzbar (feine Spitzchen runden sich nur in der Lötrohrflamme); von Phosphorsalz wird er langsam gelöst, ohne Hinterlassung eines Kieselskeletts; durch Säuren wird er nicht verändert. Man unterscheidet drei Abänderungen, den Smaragd, den edlen Beryll und den gemeinen Beryll.

a) Der Smaragd; er erscheint meist in kurzen Säulen, ist smaragd- oder grasgrün, zuweilen auch apfelgrün, und hat glatte Säulenflächen. Nach v. Wörths Versuchen giebt der vor dem Lötrohr mit Borax geschmolzene Smaragd eine durchsichtige, angenehm grüne Perle, ebenso mit Phosphorsalz. Mit Soda giebt er eine farblose, wasserklare Perle, mit Flußspat eine undurchsichtige, türkisartige. — Der Smaragd findet sich vorzugsweise in Granit, Glimmerschiefer, Hornblendegestein, Urthonschiefer und zwischen den Trümmern dieser Gesteine. Seit uralter Zeit sind die Smaragd- und Beryll-Gruben Ägyptens berühmt, aus welchen zahlreiche, geschliffene Steine stammen, welche man noch jetzt in den ägyptischen Gräbern und den Ruinen Roms findet. In neuerer Zeit hat man in Europa die ersten Nachrichten über jene Gruben durch den französischen Mineralogen Cailleaud erhalten, welcher im Jahre 1816 von Mehemed Ali Pascha dahin geschickt wurde. Er fand sie in einem engen, von Granitbergen umgebenen Thale im Berge Zabura zwischen horizontalen Schichten des Glimmerschiefers. Mehrere von den etwa 60 Gruben konnte er 400 — 500 Fuß tief in den Berg hinein verfolgen. In ihnen fand Cailleaud Stücke der gesuchten Edelsteine vor. Zu den Gruben führte ein uralter, in Fels gehauener Weg, ein mächtiges Werk, und in dessen Nähe sah er große, in Granit gehauene Bassins zum Auffangen des Regenwassers, da die nächste Quelle über eine Meile entfernt liegt. Überbleibsel der Wohnungen, welche die Bergleute in alter Zeit benutzt hatten,

waren vorhanden. Die Versuche Mehemed Alis, die Gruben wieder bearbeiten zu lassen, mißglückten. — Im Jahre 1844 besuchte Helekyan Bey, Präsident der École polytechnique zu Kairo, die Smaragdgruben von Zabura und Sakeyt und fand sie von vielen alten Ruinen umgeben, in welchen die Arbeiter gewohnt hatten. Diese Wohnungen sind aus Glimmerschiefer, Talkstein und Quarz gebaut und letzterer enthält Beryllkrystalle. Die vielen Minen verfolgen die Quarzadern des Glimmerschiefers. In den Halden liegen noch viele verschieden gefärbte Beryllkrystalle. Aus den vorhandenen griechischen Inschriften und christlichen Symbolen schloß Helekyan, daß diese Gruben von der Zeit der Pharaonen bis in die christliche Zeit hinein betrieben worden sind. — Nach Th. v. Heuglins Ansicht, welcher jene Gruben im Jahre 1857 besuchte und jede Ausbeutung derselben eingestellt fand, sind die Smaragde selten von lebhafter und reiner Farbe; er ist übrigens überzeugt, daß von hier eine Osiris-Statue des Pariser Museums stammt, welche 1 Fuß hoch ist, ebenso eine des Wiener Antikenkabinetts, welche den Horos auf der Lotosblume darstellt. — Im Heubachthale des Tiroler Pinzgaues kommen prächtige Smaragdkrystalle vor, jedoch sind sie selten so fehlerfrei, daß sie geschliffen werden; man stellt sie lieber in Sammlungen. — Die Hauptfundorte des kostbaren Edelsteins sind gegenwärtig in Rußland und Peru. — Am Flüßchen Takowaja im Ural sind, 12 Meilen nordöstlich von Katharinenburg, große, bis 40 cm lange, 25 cm dicke Smaragdkrystalle vorgekommen und zum Teil im kaiserlichen Mineralienkabinett zu Petersburg aufbewahrt. — Bei der Eroberung Perus fanden die Spanier daselbst zahlreiche Smaragde. Der größte hatte die Größe eines Straußeneies, lag in einem Tempel und war von einem Kranze kleinerer umgeben. Acosta erzählt, daß die Flotte, mit welcher er damals nach Spanien zurückkehrte, mehr als 1 Zentner Smaragde führte. Man zersägt und schleift den Smaragd auf einer mit Smirgel bestrichenen Kupferscheibe und poliert ihn dann auf einer zinnernen Platte mit Tripel, Bimsstein, Zinnasche und Wasser. — Seit der Zeit des Papstes Julius II. ist die päpstliche Krone mit einem Smaragd von 1 Zoll Länge und $^3/_4$ Zoll Dicke geschmückt. Das Evangelienbuch der Kathedrale zu Moskau ist mit mehreren zollgroßen Smaragden geschmückt. Der Herzog von Devonshire besitzt eine peruanische Smaragdsäule von 22 Linien Länge, 20 Linien Dicke, welche für 500 Pfund Sterling gekauft wurde. — Man bezahlt von der besten (dunkelsten und dabei vollkommen durchsichtigen) Sorte das Karat mit 30 ℳ, 2 Karat mit 65 ℳ, 4 Karat mit 300 ℳ, 12 Karat mit 1000 ℳ. Merkwürdigerweise steht es nicht zweifellos fest, wodurch die

so wertvolle Farbe des Smaragd hervorgebracht wird, denn während die meisten Mineralogen annehmen, daß sie durch Chrom erzeugt werde, glaubt Levy auf Grund seiner Untersuchungen sich dafür entscheiden zu müssen, daß ihre Ursache eine organische Substanz sei. — In Glasfluß wird der Smaragd täuschend nachgeahmt.

b) Der edle Beryll; er erscheint in schlanken, stark gestreiften, oft fast cylindrischen Säulen, ist gewöhnlich halbdurchsichtig und blaßgelblichgrün, aber auch bläulich oder bläulichgrün und wird dann Aquamarin genannt. „Sie geben", sagt v. Wörth, „mit Borax eine ungefärbte, wasserklare Perle, mit Phosphorsalz eine milchweiße, halbdurchsichtige, mit Soda eine farblose, wasserklare, mit Flußspat eine milchweiße, undurchsichtige." Edle Berylle kommen in ziemlich bedeutender Menge von dem sibirischen Gebirge Aduntschilon, vom Altai (blaue), von Mursinsk im Ural (gelbliche und meergrüne), von Schaitansk (rötliche und farblose). In der Sammlung des Bergkorps zu Petersburg liegt ein gelblichgrüner von Mursinsk, vollkommen klar, 30 cm lang, 10 cm dick. — Ostindien liefert edle Berylle aus dem Distrikt Coimbatoor. Auch Brasilien bringt viele in den Handel; ein dortiger Berylkrystall hatte 15 Pfund Gewicht, ein anderer 4 Pfund. — Die edlen Berylle geben einen verhältnismäßig wohlfeilen Schmuck, der sich durch glänzende Politur auszeichnet.

c) Der gemeine Beryll; er unterscheidet sich von den vorigen durch unreine, gelbliche, weißliche, graue oder grau-grünliche Farbe, ist kaum durchscheinend und kommt mitunter in gewaltigen Krystallen vor. Bemerkenswerte Fundorte sind Altenberg, Geyer und Johanngeorgenstadt in Sachsen, Bodenmais und Tirschenreuth in Bayern, Heidelberg im Odenwald, Ratschinges in Tirol, die Saualpe in Kärnten, Limoges in Frankreich, Finbo in Schweden, Grafton in New-Hampshire (Nordamerika). Bei Limoges findet sich der Beryll in armdicken Krystallen und so häufig, daß man damit die Straßen ausbessert. Bei Grafton kommen Säulen vor, welche über 1 m lang und 30 cm dick sind und gegen 3000 Pfund Gewicht haben.

Die Alten schrieben dem Beryll eine den Augen heilsame Kraft zu und benutzten ihn zu Augengläsern. Daher soll die bei uns allgemein gebräuchliche Bezeichnung „Brille" für die gewöhnlichste Form unserer Augengläser stammen.

Der **Zirkon** kommt in meist säulenförmigen tesseralen Krystallen (gewöhnlich ist die tetragonale Säule durch die tetragonale Pyramide zugespitzt) oder in Körnern vor. Er ist durchsichtig bis undurchsichtig, oft diamantartig glas- oder fettglänzend, selten farblos, meist rot oder braun,

aber auch gelb, grünlich oder grau gefärbt. Die schönen durchsichtigen, rost-braunen oder gelb-roten (hyacinthroten) Zirkone werden Hyacinth oder edler Zirkon genannt. Eine besondere Eigentümlichkeit dieses Edelsteins besteht darin, daß er, durchs Licht gesehen, besonders unter dem Mikroskop eine eigentümliche wellige Struktur zeigt, die vorübergehend erscheint, wenn man z. B. einen Theelöffel Rum in den Thee gießt. Er ist etwas härter als Quarz (H = 7,5) und zeichnet sich vor anderen Steinen durch sein hohes spezifisches Gewicht aus (G = 4,4—4,7). Seine chemischen Bestandteile sind Zirkonerde (66,3 Prozent) und Kieselsäure (33,7 Prozent) nebst etwas Eisenoxyd. Vor dem Lötrohr schmilzt er nicht, er wird aber farblos. Kleine Stückchen lösen sich in der Boraxperle äußerst langsam, in der Phosphorsalzperle gar nicht auf. Er ist nur durch Schwefelsäure bei anhaltendem Erhitzen teilweise zersetzbar. — Der Zirkon findet sich bei Waldheim und Sebnitz in Sachsen, bei Meronitz, Podsedlitz und Triblitz und auf der Iserwiese in Böhmen, im Basalt des Siebengebirges, in Siebenbürgen, in Norwegen, bei Miask am Ural und auf Ceylon. Die schönfarbigen und durchsichtigen Abänderungen, besonders der Hyacinth, dienen als Edelsteine und werden ziemlich teuer bezahlt. Vor einigen Jahren ging die Nachricht durch die Zeitungen, daß in London ein 4 Karat schwerer Hyacinth Aufsehen erregt habe, weil er eine so leuchtende Farbe hatte, daß es aussah, als habe er im Innern eine selbständige Lichtquelle, und daß dieser Stein mit 200 Pfund Sterling bezahlt worden sei, also mit einem Preise, der den Wert eines gleich großen Diamanten übertrifft. Zirkone werden auch durch Glühen farblos gemacht, geschliffen und für Diamanten ausgegeben, doch sind sie nie ganz klar. Man gebraucht sie ferner zu Zapfenlagern für feine Waagen, für die Spindeln feiner Räder und endlich auch zur Darstellung der Zirkonerde.

Der **Turmalin** (Schörl) kommt sowohl kristallisiert als auch derb vor. Die oft ziemlich großen und schönen Kristalle haben meist die Form von hexagonalen, 3-, 6- oder 9-seitigen, der Länge nach gestreiften Säulen, die durch die Flächen des Rhomboëders zugespitzt erscheinen und teils eingewachsen, teils aufgewachsen sind. Nicht selten sind die Kristalle hemimorphisch, d. h. an ihren Enden verschieden ausgebildet, z. B. am obern Ende durch drei bis sechs Flächen des Rhomboëders zugespitzt, an ihrem untern Ende durch eine einzige Tafelfläche vollständig abgestumpft. Die derben Massen sind stengelig bis faserig, seltener körnig. Die Spaltbarkeit ist sehr unvollkommen, der Bruch muschelig bis uneben. Der Turmalin ist vorherrschend schwarz oder dunkelbraun gefärbt, doch kommt er auch farblos, grau, gelb, grün, blau, rot vor, ist durchsichtig

bis undurchsichtig und glasglänzend. Die durchsichtigen Abänderungen werden als edler Turmalin, die schwarzen und undurchsichtigen als gemeiner Turmalin oder Schörl bezeichnet. Die rote Varietät wird Rubellit, die blaue Indikolith genannt. Bisweilen sind verschiedene Stellen ein und desselben Krystalls verschieden gefärbt, bald der obere Teil anders als der untere, bald der innere Teil anders als der äußere. So werden bei St. Pietro auf der Insel Elba Turmalinkrystalle gefunden, welche bald am untern Ende schwarz, in der Mitte grün und am obern Ende rosenrot, bald unten rosenrot und oben schwarz oder gar farblos sind. Der Turmalin ist meist etwas härter als Quarz (H = 7—7,5) und dreimal so schwer als Wasser (G = 2,94—3,24). Wird er so erhitzt, daß er zwar noch nicht glüht, aber auch nicht mit den Fingern gehalten werden kann, so wird er meist stark elektrisch, und zwar polarisch elektrisch, d. h. an einem Ende positiv, am andern Ende negativ elektrisch. In der Regel ist das flächenreichere Ende das positive, das flächenärmere das negative. Ein merkwürdiges Buch (Curiöse Speculationes bei Schlaflosen Nächten — zu eigener nächtlichen Zeitverkürzung, aufgezeichnet von einem Liebhaber, der Immer Gern Speculiret. Leipzig 1708) erzählt uns, daß die Holländer 1703 von Ceylon einen Edelstein, Turmale, mitgebracht haben, der heiße Torfasche anziehe und wieder abstoße, und Aschentrecker (= Aschenzieher) genannt wurde. Man wußte nicht recht, welche geheime Kraft darin verborgen sei, bis ihn 1747 — 1703 wurde er durch die Holländer nach Europa gebracht — Linné lapis electricus nannte. Wenn man das Spiel, welches der Turmalin mit feiner Asche treibt, beobachtet, so möchte man fast sagen, eine leise Regung von Leben durchströme die schmalseitigen Säulen. Erhitzt man den Turmalin über 150 Grad, so verliert er seine Elektricität und bleibt so lange unelektrisch, bis er sich wieder etwas unter 150 Grad abgekühlt hat. Aber noch eine andere Erscheinung macht den Turmalin für den Physiker wertvoll.

Schneidet man aus einer Säule durchsichtigen, grünen oder braunen Turmalins zwei dünne Platten, schleift sie und legt sie so auf einander, wie sie im Krystall zusammengehörten, so bleiben sie durchsichtig. Läßt man nun die eine Platte ruhig liegen, dreht aber die andere auf ihr um 90 Grad, so sind sie beide da, wo sie auf einander liegen, undurchsichtig. Man nennt diese Erscheinung Polarisation des Lichts.

Kein anderer Stein, oder wenigstens kein anderer Edelstein ist aus so vielen chemischen Elementen zusammengesetzt wie der Turmalin, da ihre Zahl auf 12 bis 14 steigt. Seine wichtigsten Teile sind Kieselsäure,

Thonerde, Borsäure, Talkerde, Eisenoxydul, minderwichtige oder stellvertretende Bestandteile sind Kalkerde, Natron, Lithion, Manganoxydul, Wasser und Fluor, welches in wechselnden Mengen den Sauerstoff vertritt. Vor dem Lötrohr schmilzt er bald leicht und unter Aufschwellen, bald schwer und ohne Aufblähen, bald bläht er sich nur auf, ohne zu schmelzen. Mit doppelt-schwefelsaurem Kali und Flußspat erhitzt, färbt er die äußere Flamme gelb-grün (reagiert also auf Borsäure). Am besten bemerkt man dies nach Senft, wenn man Turmalinpulver (1 Teil) mit 4 Teilen eines aus $4\frac{1}{2}$ Teilen doppelt-schwefelsaurem Kali und 1 Teil Flußspatpulver bestehenden Gemisches im Öhre eines Platindrahtes in der blauen Spiritusflamme zusammenschmilzt. In Salzsäure ist er gar nicht, in konzentrierter Schwefelsäure aber nur dann vollkommen löslich, wenn der Turmalin vorher geschmolzen worden ist.

Turmalin ist ein häufig vorkommendes Mineral. Die größten, fast fußlangen Krystalle hat man bei Ruhla am Bergstiege und bei Brotterode am Thüringer Walde, bei Snarum in Norwegen, am Ural und in Grönland gefunden. Andere beachtenswerthe Fundorte sind in Nordamerika, auf Ceylon, Madagaskar, Elba, in Norwegen, in den Tiroler Alpen (Zillerthal, Sterzing) und steirischen Alpen (Steinz), in der Schweiz (St. Gotthard, Campo longo in Tessin, Binnenthal in Wallis). Ferner findet sich Turmalin bei Penig, Limbach, Eibenstock (Auersberg), Johanngeorgenstadt, Schneeberg, Schwarzenberg, Kirchberg (am Hohen Forst) in Sachsen, am Sonnenberg bei Andreasberg und im Radauthal am Harz, bei Bodenmais, Zwiesel und Rabenstein in Bayern, bei Langenbielau im Riesengebirge, bei Roznau in Mähren. Die schönsten sächsischen Turmaline finden sich in Drusen der Granitgänge, welche den Granulit in der Gegend von Penig (bei Limbach, Hartmannsdorf, Kleinchursdorf, Rochsburg und Mühlau) durchsetzen. Die Krystalle sind schwarz, rot, grün, blau und farblos, nicht selten sind auch einzelne mehrfarbig, z. B. am untern Ende rot, in der Mitte farblos, oben blau, oder im obern Teile grün, im untern rot, oder der Kern ist schwarz, die Hülle grün, die Grundfläche rot u. s. w. —

Die durchsichtigen roten, blauen und grünen Abänderungen des Turmalin werden als Edelsteine benutzt.

Der **Granat** kommt häufig krystallisiert, in Körnern, in derben Massen mit körnigem bis dichtem Gefüge und eingesprengt vor. Seine gewöhnlichsten Krystallformen sind das Rhombendodekaëder (Granatoëder) und das Ikositetraëder. Die Spaltbarkeit ist unvollkommen, der Bruch muschelig bis uneben. Die Härte ist bald etwas größer, bald etwas geringer als die des Quarzes (H = 6,5 — 7,5), und ebenso veränderlich

ist das Gewicht (G = 3,5 — 4,3). Auch die Farbe ist sehr verschieden, am häufigsten ist sie braunrot oder blutrot, gelbrot oder gelbbraun, seltener honiggelb, grün oder schwarz, am seltensten farblos oder weiß; der Strich ist weiß. Der Granat ist ferner durchsichtig bis undurchsichtig und sein Glanz teils Glasglanz, teils Fettglanz. Die chemische Zusammensetzung ist sehr verschiedenartig und schwankend; alle Abänderungen enthalten Kieselsäure, viele Thonerde, Kalkerde, Eisenoxyd, Talkerde (Magnesia), manche auch Chromoxyd und Manganoxydul. Vor dem Lötrohr schmelzen die meisten Granate ziemlich leicht zu einem grünen, braunen oder schwarzen Glase, welches oft magnetisch ist. Durch Salzsäure werden die meisten Granate angegriffen, ohne vollständig zersetzt zu werden; bei manchen erfolgt hierbei ein mehr oder weniger starkes Aufbrausen. Nach vorheriger Schmelzung werden sie jedoch alle durch Salzsäure unter Bildung von Kieselgallerte vollständig zersetzt.

Die wichtigsten Abänderungen des Granat sind:

A. Thongranate (enthalten 19 — 28,5 Prozent Thonerde).

a) Der edle Granat (Almandin). Er ist vorherrschend blutrot, kirschrot oder braunrot, durchsichtig bis durchscheinend. Ein Eisenthongranat. Die Zahl seiner Fundorte ist in allen Weltteilen eine sehr große. Faustgroße Krystalle finden sich im Zillerthal in Tirol und bei Falun in Schweden, sehr schöne in Grönland, Ostindien und auf Ceylon. Auch in Böhmen werden viele Granaten gefunden und in und um Turnau verschliffen.

b) Der weiße Granat. Er ist derb, fast farblos oder weiß. Ein Kalkthongranat. Er kommt bei Soudland in Norwegen, bei Slatouft am Ural und in ganz kleinen Krystallen bei Jordansmühle in Schlesien vor.

c) Der gelbe Granat (Kaneelstein, Hessonit). Er ist honiggelb, pomeranzengelb, hyacinthrot, durchsichtig bis durchscheinend. Ein Kalkthongranat. Die Hauptfundorte sind Dissentis in Graubünden und Ceylon.

d) Der grüne Granat (Grossular). Er ist vorherrschend stachelbeergrün, spargelgrün oder ölgrün, aber auch grünlich-weiß oder grünlich-grau, durchsichtig bis durchscheinend. Ein Kalkthongranat. Bemerkenswerte Fundorte sind der Wiluifluß bei Irkutsk in Sibirien, Rezbanya, der Monzoniberg im Fassathal in Tirol.

B. Eisengranate (enthalten 27 — 31 Prozent Eisenoxyd).

e) Der braune oder gemeine Granat (Aplom und Allochroit). Er ist verschiedentlich braun, gelb oder grün gefärbt und schwach

durchscheinend bis undurchsichtig. Ein Kalkeisengranat. Ein häufiges Mineral. Bei Crux bei Schmiedefeld auf dem Thüringer Walde kommen bisweilen Krystalle vor, die inwendig hohl sind und zwei kleinere Granate umschließen, die durch eine Kalkspatrinde von dem Umhüllungskrystalle getrennt sind.

f) Der schwarze Granat (Melanit). Er ist sammetschwarz und undurchsichtig. Ein Kalkeisengranat. Bemerkenswerte Fundorte sind der Kaiserstuhl in Baden, der Monzoniberg im Fassathal und das Zillerthal in Tirol, Fraskati bei Rom.

Der Kolophonit, welcher körnige Aggregate von gelblichbrauner und fast schwarzbrauner Farbe und firnißartigem Glanz (Harzglanz) bildet, ist, namentlich der von Arendal in Norwegen, nicht Granat, wie man glaubte, sondern körniger Vesuvian. Doch giebt es auch körnige Abänderungen von wirklichem Granat, welche als Kolophonit bezeichnet werden.

C. Chromgranate (enthalten 4—22 Prozent Chromoxyd oder Chromoxydul).

g) Der Uwarowit. Er ist sehr schön dunkel-smaragdgrün. Ein Kalkchromgranat und enthält 21—22 Prozent Chromoxyd. Er findet sich am Berge Saranowsk bei Bissersk im Chromeisenerz, auch bei Neu-Idria in Kalifornien und bei Haule im westlichen Himalaya.

h) Der Pyrop (böhmischer Granat). Er ist blutrot oder dunkelhyacinthrot, durchsichtig bis durchscheinend, stark glasglänzend und kommt selten krystallisiert (in undeutlichen Hexaëdern — deutlich erkennbare Würfel sollen nur in dem Bache bei Neupacka in Böhmen gefunden werden —), sondern nur in rundlichen, eingewachsenen oder losen Körnern vor. Sein Bruch ist vollkommen muschelig. Er ist ein Talkthongranat (gemischt mit Eisenthongranat) mit 4,17 Prozent Chromoxydulkörnern von unbedeutender Größe. Vor dem Lötrohr wird er schwarz und undurchsichtig. Der Boraxperle giebt er eine smaragdgrüne Farbe. Ungeschmolzen wird er von Säuren gar nicht verändert. — Er kommt im Serpentin bei Zöblitz, Waldheim, Greifendorf bei Hainichen in Sachsen, am meisten aber in lockerm Boden bei Meronitz, Podsedlitz, Triblitz in Böhmen, bei Santa Fé in Neu-Mexiko und auf Ceylon vor. Die böhmischen Granaten werden fast alle zu Halsschnüren benutzt, indem man sie mit dem Diamant durchbohrt; sie unterscheiden sich von den sie täuschend nachahmenden gläsernen auf den Blick

nur durch ihren prächtiger blitzenden Glanz. Die Pyropen von Ceylon werden noch höher geschätzt.

Der **Axinit** kommt in derben Massen von schaligem und breitstengeligem Gefüge und krystallisiert vor. Die Krystalle sind sehr ungleichmäßig und stellen kurze, dem triklinischen System angehörige Säulen dar. Er ist gewöhnlich nelkenbraun bis rauchgrau, und pflaumenblau bis pfirsichblütenrot gefärbt, durchsichtig bis kantendurchscheinend und glasglänzend. Er besitzt auch ausgezeichneten Trichroismus, demzufolge er in einer Richtung zimmetbraun, in einer zweiten dunkelviolett und in einer dritten blaßolivengrün erscheint. Seine Härte kommt der des Quarzes fast gleich (H = 6,5 — 7) und sein Gewicht ist 3,3. Durch Reiben wird er positiv, durch Erwärmen polarisch elektrisch. Seine chemischen Bestandteile sind Kieselsäure, Thonerde, Borsäure, Kalkerde und Eisen- und Manganoxydul. Vor dem Lötrohr schmilzt er leicht und unter Aufblähen zu einem dunkelgrünen Glase, welches sich in der äußern Flamme schwarz färbt; mit Borax giebt er ein gefärbtes Glas, das in der äußern Flamme zuletzt die violett-blaue Farbe des Mangans zeigt. Durch Salzsäure wird er nur nach vorausgegangenem Schmelzen unter Abscheidung von Kieselgallert zersetzt. Bemerkenswerte Fundorte sind Thum (daher auch Thumerstein genannt), Schwarzenberg, Breitenbrunn, Grünstädtel und Schneeberg in Sachsen, Treseburg, Wildstein, Elend, Elbingerode und Andreasberg am Harz, Striegau in Schlesien, der St. Gotthard und Scopi am Lukmanier in der Schweiz, der Monzoniberg im Fassathal in Tirol, Kongsberg in Norwegen.

Der **Vesuvian** (Idokras) krystallisiert in tetragonalen Säulen, welche durch tetragonale Pyramiden begrenzt sind, und kommt auch derb in stengeligen und körnigen Massen vor. Er ist in der Regel grün oder braun (und dann manchen Granaten sehr ähnlich) bis schwarz gefärbt (seltener blau oder grün), ist durchsichtig bis kantendurchscheinend, hat Glas- oder Fettglanz und fast Quarzhärte (H = 6,5). Sein Gewicht beträgt 3,3 — 3,5. Er besteht im allgemeinen aus Kieselerde, Thonerde, Kalkerde, enthält aber außerdem in der Regel noch Eisenoxyd und Magnesia, wozu in vielen Fällen kleine Mengen von Kali, Natron und 2 — 3 Prozent Wasser kommen. Vor dem Lötrohr schmilzt er leicht und unter Aufschäumen zu einem gelblich-grünen oder bräunlichen Glase. Von Salzsäure wird er roh nur unvollständig, nachdem er vorher aber geschmolzen worden ist, unter Abscheidung von Kieselgallert vollständig zersetzt. — Sehr schöne, gelb-braune bis walnußgroße Krystalle kommen am Vesuv vor, ebenso am Monzoniberge in Südtirol, an der Mussa-Alpe in Pie-

mont, bei Orawicza im Banat, in Norwegen, am Ural, in Sibirien, Nordamerika; ferner findet er sich bei Haslau bei Eger in Böhmen (Egeran), bei Breitenbrunn, Schwarzenberg und Schneeberg in Sachsen. Merkwürdig sind Vesuviankrystalle in den durch Auswitterung organischer Reste gebildeten Hohlräumen des silurischen Kalksteins vom Konerudskollen bei Drammen in Norwegen. — Die schönen, braunen oder grünen, durchsichtigen bis stark durchscheinenden Abänderungen des Vesuvian werden zu Schmucksteinen verschliffen.

Der **Epidot** (Pistazit) ist in seinem äußern Ansehen der Hornblende, dem Strahlstein, Turmalin, Vesuvian und dem Augit nicht unähnlich, unterscheidet sich indessen von diesen Mineralien durch seine unsymmetrischen, gewöhnlich langgestreckten, säulenförmigen Krystalle (die dem monoklinischen System angehören) und seine vollkommene Spaltbarkeit. Außer in Krystallen tritt der Epidot in derben Massen mit stengeligem, körnigem und dichtem Gefüge auf und ist dann zuweilen dem Serpentin recht ähnlich; endlich bildet er auch Afterkrystalle oder Pseudomorphosen nach Granat, Hornblende, Augit, ja auch nach Orthoklas, Oligoklas und Labradorit. Er ist gewöhnlich pistaziengrün bis schwarzgrün oder ölgrün bis zeisiggrün, seltener grau, rot oder schwarz gefärbt, stark glasglänzend (auf den Spaltungsflächen diamantglänzend), halb durchsichtig bis undurchsichtig (meist durchscheinend), so hart wie Feldspat oder Quarz (H = 6—7) und 3,3—3,5 mal so schwer als Wasser (G = 3,2 — 3,5). Die chemische Zusammensetzung ist sehr schwankend. Im allgemeinen besteht der Epidot aus Kieselsäure, Thonerde, Kalkerde und Eisenoxyd. Vor dem Lötrohr schmilzt er nur an den äußersten Kanten und schwillt dabei zu einer dunkelbraunen, blumenkohlähnlichen Masse an. In Salzsäure ist er nach vorhergegangenem Glühen oder Schmelzen unter Abscheidung von Kieselgallert löslich. Bei starkem Glühen erleidet er oft auch einen Gewichtsverlust durch entweichendes Wasser. — Sehr große und schöne Krystalle kommen bei Arendal in Norwegen, an der Knappenwand im Unter-Sulzbachthal im Pinzgau, im Zillerthal (am Rotenkopf bei Schwarzenstein und am Greiner), bei Guttannen im Haslithal im Berner Oberland vor. Andere, bemerkenswerte Fundorte sind Breitenbrunn, Schwarzenberg, Oberwiesenthal, Schneeberg, Wolkenburg in Sachsen, der Plauensche Grund bei Dresden, der Brocken und die Roßtrappe am Harz, der Odenwald bei Auerbach, der Thüringer Wald (bei Ilmenau am Ehrenberg), das Riesengebirge u. s. w.

Der **Olivin** (und Chrysolith; Peridot) gleicht in seinen Krystallformen (meist kurze, breitgedrückte, rhombische Säulen) ganz dem

Chrysoberyll, aber er unterscheidet sich von diesem und anderen, ihm ähnlichen Mineralien durch seine Härte (H = 6,5—7), sein Verhalten vor dem Lötrohr (er ist für sich unschmelzbar und wird als Pulver durch Kobaltlösung nicht blau, sondern blaß-rosenrot gefärbt) und endlich dadurch, daß er durch Schwefelsäure vollständig gelöst wird und dabei Kieselgallert giebt. Sein Gewicht ist 3,2—3,5. Er ist glasglänzend, durchsichtig bis undurchsichtig, oliven- bis spargelgrün und pistaziengrün, auch gelb und braun, und besteht im allgemeinen aus Kieselsäure, Talkerde und Eisenoxydul. Ein sehr eisenreicher Olivin ist der braune Hyalosiderit von Sasbach am Kaiserstuhl. Die schön grün gefärbten und durchsichtigen losen Krystalle und Körner, wie sie sich im Orient, auf Ceylon, besonders auch in Oberägypten, östlich von Esne, und in Brasilien finden, werden als edler Olivin oder Chrysolith bezeichnet. Olivin dagegen heißen vorzugsweise die weniger schönfarbigen, trüben und meist nur durchscheinenden Abänderungen, welche in eingewachsenen Krystallen (sehr groß z. B. am Forstberg bei Mayen) und in körnigen Massen in Basalten, Laven, im Meteoreisen und in Meteorsteinen — der Meteorstein von Chassigny besteht gänzlich aus Olivin — vorkommen. Bekannt sind die sogenannten Olivinbomben (körnige, kugelige Massen) in dem Basalttuff bei Kapfenstein in Steiermark und im Basalt des Kosakowberges bei Turnau in Böhmen. Der Olivin kommt aber auch im Talkschiefer (z. B. am Ural und in Nordkarolina) und als Gemengteil verschiedener Gesteine vor. — Die schön grün gefärbten, durchsichtigen orientalischen und brasilianischen Chrysolithe dienen als Schmucksteine.

Der **Cordierit** (Dichroit) kommt krystallisiert, derb, eingesprengt, in Körnern und Geschieben vor. Die meist undeutlich ausgebildeten, aber bisweilen ziemlich großen, dem rhombischen Krystallsystem angehörigen Krystalle sind kurz-säulenförmig, erscheinen fast wie hexagonale oder dihexagonale Säulen, zeigen oft eine schalige Zusammensetzung, bisweilen auch eine auffallende Abrundung ihrer Kanten und Ecken. Der Cordierit ist durchsichtig bis durchscheinend, glasglänzend (auf den Bruchflächen fettglänzend), selten farblos, meist verschiedentlich blau (violettblau, indigoblau bis schwärzlich-blau, bläulich-grau, bläulich-weiß), aber auch gelblichweiß, gelblich-grau bis gelblich-braun gefärbt. Er ist so hart oder etwas härter als der Quarz (H = 7—7,5), etwa ebenso schwer (G = 2,6) und besteht aus Kieselsäure, Thonerde und Magnesia. In der Regel wird jedoch ein Teil der Thonerde durch 2—15 Prozent Eisenoxyd vertreten, wodurch der Thonerde- und Kieselsäuregehalt vermindert wird. Vor dem Lötrohr ist er schwer schmelzbar und von Säuren wird er nur wenig an-

gegriffen. — Er kommt vorherrschend im Granit, Gneiß, Glimmerschiefer und Chloritschiefer, seltener in anderen Gesteinen vor. Bemerkenswerte Fundorte sind Wechselburg, Lunzenau, Rochsburg, Burgstädt, Mittweida, Kriebstein in Sachsen, Bodenmais in Bayern, Falun in Schweden, Arendal in Norwegen, Helsingfors in Finnland, Haddam in Nordamerika, Mursinsk am Ural, Cabo de Gata in Spanien (violett-blau, sogenannter Iolith), Ceylon (als Geschiebe). Der schöne blaue Cordierit von Ceylon ist in der Richtung der Hauptachse dunkel-indigoblau, quer auf diese Axe einerseits blaßblau, anderseits farblos oder gelblich-weiß, zeigt also die Erscheinung, welche man Trichroismus nennt. — Die schön blauen und durchsichtigen Cordierite werden unter dem Namen Luchs- oder Wassersaphir als Ring- und Nadelsteine benutzt.

Der **Staurolith** (Kreuzstein) bildet kurze und dicke oder lange und breite, sechsseitig erscheinende, dem rhombischen System angehörige Säulen, welche bis jetzt nur im Glimmerschiefer und Thonglimmerschiefer eingewachsen gefunden worden sind. Sehr häufig sind sie zu Zwillingen verwachsen, welche sich teils rechtwinkelig, teils unter einem Winkel von 60 Grad kreuzförmig durchschneiden. Sie sind rötlich-braun bis schwärzlich-braun (dem Granat ähnlich) gefärbt, durchscheinend bis undurchsichtig, so hart oder etwas härter als Quarz ($H = 7 — 7{,}5$) und 3,3 — 3,8 mal so schwer als Wasser ($G = 3{,}34 — 3{,}77$). Die chemische Zusammensetzung des Staurolith ist sehr schwankend; im allgemeinen besteht er aus Kieselsäure, Thonerde, Eisenoxydul und Magnesia. Vor dem Lötrohr ist er selbst in feinen Splittern nicht schmelzbar und in Säuren ist er nicht löslich. Bemerkenswerte Fundorte sind Goldenstein in Mähren, Aschaffenburg und Bieber am Spessart, Sterzing, Innsbruck und das Zillerthal in Tirol, Airolo und Faido am St. Gotthard, San Iago de Compostella in Spanien, die Gegend von Quimper in der Bretagne. In der zuletzt genannten Gegend, wo die schönsten Zwillinge vorkommen, findet sich der Staurolith in solch ungeheurer Menge, daß die Fruchtbarkeit des Bodens darunter leidet.

Der **Andalusit** krystallisiert in rhombischen Säulen, welche oben und unten durch die rhombische Tafel begrenzt und bisweilen noch an den Ecken abgestumpft sind, seltener bildet er derbe Massen von strahlig-stengeligem oder körnigem Gefüge. Die Krystalle sind zuweilen sehr groß, teils auf-, teils eingewachsen und in der Richtung der Säulenflächen ziemlich deutlich spaltbar. Der Andalusit hat matten Glasglanz, ist gewöhnlich aschgrau, rötlich-grau, verschieden rot, braun, violett, grün gefärbt und durchscheinend bis kantendurchscheinend, seltener farblos und

durchsichtig und dann mit deutlichem Trichroismus, infolge dessen die Krystalle nach drei verschiedenen Richtungen hin gelb-grün, dunkelgrün und bläulich-grün erscheinen. Seine Härte ist 7—7,5, sein Gewicht 3,10—3,17. Die chemische Zusammensetzung wird verschieden angegeben; die reinsten Exemplare bestehen nur aus Kieselsäure und Thonerde und der Andalusit würde demnach ganz dieselbe Zusammensetzung wie der Disthen haben. Vor dem Lötrohr ist er unschmelzbar, in Säuren unlöslich. — Bemerkenswerte Fundorte sind Bräunsdorf und Seifersdorf bei Freiberg, Waldenburg, Limbach, Penig, Rochsburg in Sachsen, Bodenmais, Zwiesel, Herzogau im Bayerischen Walde, Iglau in Mähren, Lisens in Tirol, Almeria und la Carbonera in Andalusien u. s. w.

Eine sehr eigentümliche Abänderung des Andalusits ist der Hohlspat oder Chiastolith, der bei Gefrees im Fichtelgebirge, Rebesgrün im sächsischen Vogtlande, Burkhardtswalde bei Meißen, Triechau in Schlesien, Bräunrode und Greifenhagen am Harz, in Norwegen, in den Pyrenäen u. s. w. vorkommt. Seine rhombischen, lang-säulenförmigen Krystalle sind gewöhnlich in schwarzem Thonschiefer eingewachsen, dessen kohlige Masse nicht nur längs der Axe der Krystalle eine schwarze mittlere Ausfüllung, sondern oft auch vier an den Kanten derselben herablaufende, seitliche Ausfüllungen, die mit der mittlern durch schwarze Linien in Verbindung stehen, bildet, so daß der Querschnitt der Krystalle eine schwarze, kreuzähnliche Zeichnung zeigt. Wenn die Ausfüllung durch Verwitterung wieder verschwunden ist, so erscheinen die Krystalle der Länge nach ausgehöhlt (daher Hohlspat). Der Hohlspat ist gewöhnlich gelblich, bräunlich oder rötlich, kantendurchscheinend, glasglänzend bis matt und ziemlich vollkommen spaltbar. Die chemische Zusammensetzung ist die des Andalusits. Er wird geschliffen und von abergläubischen Leuten als Amulett getragen.

Der **Disthen** (Cyanit oder Kyanit) tritt in langgestreckten, breitsäulenförmigen, triklinischen Krystallen und in derben, stengeligen Massen auf. Die Krystalle sind stets eingewachsen und nach ihren breiten Säulenflächen sehr vollkommen, nach der schmalen Fläche vollkommen spaltbar. Er ist durchsichtig bis kantendurchscheinend und gewöhnlich verschiedentlich blau (nicht selten himmelblau), aber auch grünlich, gelblich, rötlich, graulich-weiß bis schwärzlich-grau gefärbt, bisweilen auch weiß und blau gestreift und gefleckt, selten farblos. Auf der Hauptspaltungsfläche zeigt er Perlmutterglanz, sonst Glasglanz. Sein Gewicht ist 3,48—3,68. Durch seine Härte zeichnet er sich vor allen anderen Mineralien aus, da dieselbe auf den breiten Seitenflächen der Länge nach = 5, der Quere

nach = 7 (also gleich der Quarzhärte) ist. Beim Erwärmen leuchtet er blau. Merkwürdig ist es, daß frei an einem Seidenfaden aufgehängte Kryſtalle wie eine Magnetnadel Deklination und Inklination zeigen. Seine chemiſchen Beſtandteile ſind Kieſelſäure, Thonerde und etwas Eiſenoxyd. Vor dem Lötrohr brennt er ſich weiß, iſt aber unſchmelzbar; von Säuren wird er nicht angegriffen. Während der breitſtengelige und blaugefärbte Diſthen vorzugsweiſe Cyanit genannt wird, heißt der ſchmalſtengelige, gelbe, rötliche oder graue Rhätizit. Der Diſthen kommt nicht ſelten mit Staurolith zuſammen, ja bisweilen ſogar mit demſelben zu einer gemeinſchaftlichen Säule verwachſen vor, wie z. B. im Val Canaria am St. Gotthard. Andere bemerkenswerte Fundorte ſind Kaufungen bei Penig, Mittweida, Roßwein, Breitenbrunn in Sachſen, Hof im Fichtelgebirge, Döhlau und Aſchaffenburg im Speſſart, Petſchau in Böhmen, der Greiner im Zillerthal und andere Orte in Tirol, die Saualpe in Kärnten. Bei Horrsjöberg in Wermland in Schweden bildet der Cyanit ſelbſtändige Lager von mehreren Klaftern Mächtigkeit.

5. Ordnung. Hornblenden, Amphibolite.

Die Hornblenden haben vorherrſchend dunkle (ſchwarze, grüne oder braune) Farben, ziemlich große Härte (H = 5—6), geringe Grade von Durchſichtigkeit und ihre Kryſtalle ſind (ſechs- oder achtſeitige) monokliniſche Säulen, ſeltener rhombiſche Säulen. In Salzſäure ſind ſie nicht oder wenig löslich, vor dem Lötrohr meiſt ſchmelzbar. Unter den chemiſchen Beſtandteilen herrſchen Talkerde, Kalkerde, Eiſenoxydul und Manganoxydul vor. Die Hornblenden ſind weſentliche Gemengteile verſchiedener Geſteine. — Hierher gehört der Augit, Hyperſthen, Bronzit, Wollaſtonit, Diallag, die Hornblende, der Asbeſt, der Beilſtein.

Der **Augit** (Pyroxen) kommt kryſtalliſiert und in derben Maſſen von körnigem, ſtengeligem und ſchaligem Gefüge vor. Die dem monokliniſchen Syſteme angehörigen Kryſtalle ſind gewöhnlich kurze achtſeitige Säulen, die an jedem Ende durch zwei Flächen dachartig zugeſchärft ſind; ſie ſind entweder eingewachſen oder aufgewachſen und dann in der Regel zu Druſen vereinigt; nicht ſelten kommen auch Zwillingsbildungen vor. Die Spaltbarkeit iſt wenig vollkommen oder unvollkommen. Der Augit iſt vorherrſchend ſchwarz oder grün, ſeltener braun oder grau gefärbt, am ſeltenſten iſt er weiß oder farblos. Er iſt glasglänzend und gewöhnlich undurchſichtig. Seine Härte ſteht zwiſchen der des Apatits und des Feldſpats (H = 5,6); ſein Gewicht ſchwankt zwiſchen 2,9 und 3,5. In

chemischer Hinsicht unterscheidet man thonerdefreie und thonerdehaltige Augite. Die thonerdefreien bestehen vorwiegend aus Kieselsäure, Kalkerde, Magnesia und etwas Eisenoxydul, welches grünlich färbt, nur der farblose ist fast ganz eisenfrei. Die thonerdehaltigen Augite führen außer den genannten Bestandteilen noch 4—9 Prozent Thonerde und außerdem Eisenoxyd. Vor dem Lötrohr schmilzt der Augit teils ruhig, teils unter Blasenwerfen zu einem weißen, grauen, grünen oder schwarzen Glas; als Pulver mit Kobaltlösung geglüht, wird er blaß-rosenrot. Durch Säuren wird er nicht oder nur sehr unvollständig zersetzt.

Die bekanntesten Abänderungen des Augit sind:

a) Der gemeine Augit; er ist meist raben- oder pechschwarz und kantendurchscheinend bis undurchsichtig. Er ist ein wesentlicher Gemengteil des Dolerit, Basalt, Leucitophyr u. s. w. und kommt in diesen Gesteinen nicht selten in ausgebildeten, eingewachsenen Krystallen vor, die bei der Verwitterung der Gesteinsmasse lose im Schutte derselben herumliegen. Er findet sich besonders schön und häufig in den basaltischen Gesteinen des Kaiserstuhles und Vogelsberges, des Habichtswaldes, der Rhön, des böhmischen Mittelgebirges und des Fassathals, sowie in den Laven am Vesuv, Ätna, Stromboli. Die Krystalle sind oft erstaunlich reich an mikroskopischen Krystallnadeln, Magneteisenerzkörnern und Basaltrümmerchen, nicht selten enthalten sie auch Poren, die mit Gas oder auch mit einer Flüssigkeit erfüllt sind, welche als flüssige Kohlensäure erkannt wurde. — Der gemeine Augit dient bisweilen als Zuschlag beim Schmelzen der Eisenerze. — Der gemeine Augit ist thonerdehaltig, die nachfolgenden Augite sind thonerdefrei.

b) Der Diopsid; er ist schön lauchgrün, grünlich-grau bis grünlich-weiß oder graulich-weiß und durchsichtig bis durchscheinend und daher nicht selten dem Olivin oder dem Beryll ähnlich. Vor dem Lötrohr schmilzt er zu einem weißlichen Glase. Durch Schönheit ihrer Krystallform und ihre Größe sind die Diopside von der Mussa-Alpe und vom Schwarzenstein im Zillerthale berühmt. Andere Fundorte sind Heiligenblut am Großglockner in Kärnten, Breitenbrunn, Bermsgrün, Raschau und Wildenau bei Schwarzenberg in Sachsen. — Die schönen grünen und durchsichtigen Diopside werden zu Schmucksteinen verarbeitet.

c) Der Salit; er ist gewöhnlich verschieden grün gefärbt, seltener fast weiß oder braun und bildet meist schalige oder stengelige Massen. Er wurde früher mit Feldspaten verwechselt und auch Malakolith genannt. Er kommt bei Sala in Schweden, Arendal in Norwegen, am Baikalsee in Sibirien, bei Reichau in Schlesien, bei Berggießhübel, Jo-

hanngeorgenstadt und in der Gegend von Schwarzenberg (Pöhla, Rittersgrün, Bermsgrün, Raschau u. s. w.) in Sachsen vor.

d) Der **Kokkolith**; er ist verschieden grün bis rabenschwarz gefärbt, durchscheinend bis undurchsichtig und findet sich krystallisiert und in derben, ausgezeichnet körnigen Massen. Die Krystalle haben abgerundete Kanten und Ecken (sehen aus wie gefloſſen) und gehen dadurch in rundliche Körner über. Bekannte Fundorte sind Arendal und Svardsjö in Norwegen.

e) Der **Fassait**; er bildet meist stark glänzende und scharfkantige, kantendurchscheinende Krystalle von lauchgrüner bis schwärzlich-grüner Farbe, die ein- und aufgewachsen im Syenit des Monzoniberges im Fassathal in Südtirol, im Chloritschiefer bei Traversella in Piemont und in vulkanischen Blöcken am Fuße des Vesuv vorkommen.

Nach E. R. **Rieß** ist auch der durch seine grasgrüne Farbe und sein Zusammenvorkommen mit rotem Granat ausgezeichnete, derbe und körnige **Omphacit** eine echte Abart des Augit. Das Mineral bildet, zugleich mit Granat, wohl auch mit Disthen, das unter dem Namen Eklogit bekannte Gestein, welches im Fichtelgebirge an mehreren Orten, z. B. bei Eppenreuth, Schwarzbach, Stammbach, Silberbach, und auch in der Gegend von Annaberg (z. B. bei Falkenbach bei Wolkenstein, südlich von Scheibenberg) und Großwaltersdorf und Eppendorf in Sachsen auftritt.

Der **Hypersthen** (Paulit) kommt krystallisiert und in derben, körnigen Massen, eingesprengt und als Gemengteil von Gesteinen und als Geschiebe vor. Frei ausgebildete Krystalle sind zuerst als große Seltenheit in dem Meteoreisen von Breitenbach in Böhmen, sowie in Auswürflingen des Laacher Sees nachgewiesen worden; sie gehören dem rhombischen System an und sind in der Richtung der kurzen Mittelachse sehr vollkommen spaltbar. Die Farbe des Hypersthens ist schwarz bis schwärzlich-braun und schwärzlich-grün, der Strich grünlich-grau, der Glanz Glasglanz; auf der vollkommenen Spaltungsfläche ist dagegen der Glanz halbmetallisch und gewöhnlich mit kupferrotem Farbenschiller verbunden. Der Hypersthen ist ferner undurchsichtig (oder nur in feinen Splittern durchscheinend), härter als Augit und Hornblende in der Regel sind ($H = 6$), und sein Gewicht ist größer als das der Hornblende ($G = 3{,}3 - 3{,}4$). Er besteht aus Kieselsäure, Magnesia oder Talkerde, Eisenoxydul und etwas Thonerde und Kalkerde. Vor dem Lötrohr schmilzt er je nach seinem größern oder geringern Eisengehalt bald leichter, bald schwerer zu einem grünlich-schwarzen, oft magnetischen Glase. Von

Säuren wird er nicht angegriffen. — Der Hypersthen bildet mit Labradorit verwachsen den Hypersthenfels, der am schönsten an der Küste der Halbinsel Labrador und auf der St. Paulsinsel auftritt, wo großblätteriger, schwarzer, kupferrotschillernder Hypersthen mit prachtvoll farbenspielendem Labradorit im Verbande steht. Schön ausgebildet erscheint er ferner im Hypersthenfels bei Volpersdorf bei Neurode in Schlesien, bei Penig in Sachsen (in der Nähe der Hellmühle) und in der Umgebung von Brotterode am Thüringer Walde.

Dem Hypersthen steht der **Bronzit** sehr nahe. Es ist dies ein gebogen-blätteriges Mineral, das im Serpentin (z. B. am Peterlestein bei Kupferberg bei Culmbach, bei Kraubat in Steiermark), im Basalt (z. B. am Alpstein bei Sontra in Hessen) eingewachsen ist, vorherrschend nelkenbraune oder tombakbraune, bisweilen auch fast messinggelbe Farbe zeigt und so vollkommene Spaltbarkeit besitzt, daß man es für Glimmer halten könnte. Seine Härte ist 4 — 5, sein Gewicht 3 — 3,5. Auf den Spaltungsflächen zeigt der Bronzit metallartigen Perlmutterglanz, sonst Fett- oder Glasglanz, auch ist er kantendurchscheinend. In seiner chemischen Zusammensetzung steht er dem Hypersthen sehr nahe, ja er geht sogar in denselben über, so daß die zwischen Hypersthen und Bronzit gezogene Grenze als eine völlig willkürliche erscheint. Vor dem Lötrohr schmilzt er sehr schwer und von Säuren wird er nicht angegriffen.

Der **Wollastonit** (Tafelspat) ist ein glasglänzendes, farbloses, weißliches, gelbliches oder rötliches, durchscheinendes Mineral, das in blätterigen oder schaligen Massen, seltener in deutlich ausgebildeten tafelförmigen Krystallen, welche dem monoklinischen Systeme angehören, vorkommt. Er besteht aus Kieselsäure und Kalkerde und schmilzt vor dem Lötrohr schwierig zu einem halbdurchsichtigen Glase; von Salzsäure wird er vollständig unter Abscheidung von Kieselgallert zersetzt. Er findet sich bei Lengenfeld und Schwarzenberg im sächsischen Erzgebirge, bei Harzburg am Harz, bei Auerbach an der Bergstraße, in den Auswürflingen des Vesuv und im Dolerit des Capo di Bove bei Rom.

Der **Diallag** fällt inbetreff der chemischen Zusammensetzung fast mit dem Augit zusammen und wird deshalb von manchen Mineralogen als ein in der Umwandelung begriffener Augit oder auch als eine Abänderung des letztern betrachtet. Sein fast nie fehlender Wassergehalt spricht indessen mehr für erstere Auffassung. Vor dem Lötrohr schmilzt er mehr oder weniger leicht zu einem graulichen oder grünlichen Email. In Salzsäure ist er unzersetzbar, bisweilen braust er aber darin auf. Er findet sich in oft mehrere Zoll großen dick-tafelförmigen, unaus-

gebildeten Kryſtallen, eingeſprengt und in körnig-blätterigen Maſſen. Sehr charakteriſtiſch iſt für ihn ſeine vollkommene Spaltbarkeit (in der Richtung der wagerechten Querfläche), worin er dem Glimmer ähnlich iſt. Er iſt gewöhnlich kantendurchſcheinend, braun, grünlich oder grau gefärbt, zeigt auf den Spaltungsflächen metallartigen Perlmutterglanz und hat weißen Strich. Seine Härte iſt geringer als die des Augit (H = 4,5), ſein Gewicht 3,3. Er iſt als weſentlicher Gemengteil des Gabbro und faſt überall in dieſem Geſtein, ſo z. B. in der Gegend von Roßwein in Sachſen, an der Baſte am Harz, bei La Preſa im Veltlin.

Die **Hornblende** (Amphibol) kommt kryſtalliſiert, derb, eingeſprengt, als weſentlicher Beſtandteil vieler Geſteine und in Afterkryſtallen oder Pſeudomorphoſen nach Augit vor. Die Kryſtalle, die entweder eingewachſen, oder aufgewachſen und zu Druſen vereinigt erſcheinen, bilden meiſt ſechsſeitige Säulen, welche an den Enden oft von drei Flächen geſchloſſen ſind. Sie ſind vorherrſchend lang- und dünnſtengelig und nach einer Richtung vollkommen ſpaltbar. Auch Zwillinge kommen vor. Die derben Abänderungen ſind teils körnig, teils ſtengelig, teils faſerig zuſammengeſetzt und im letztern Falle ſind die Stengel oder Faſern bald parallel oder gleichlaufend, bald radial oder ſtrahlenförmig angeordnet, bald auch ganz verworren. Die Hornblende iſt vorherrſchend ſchwarz oder grün, ſeltener grau, gelb oder braun gefärbt, noch ſeltener weiß oder farblos; ſie iſt ferner durchſcheinend bis undurchſichtig, ſeltener durchſichtig, beſitzt Glasglanz, zuweilen auch Perlmutterglanz und Seidenglanz; der Strich iſt graulich-weiß bis braun. In der Härte und dem Gewichte ſtimmt die Hornblende mit dem Augit überein und beſteht wie dieſer vorzugsweiſe aus Kieſelſäure, Kalkerde und Talkerde und Eiſenoxydul. Ebenſo unterſcheidet man wie beim Augit thonerdefreie und thonerdehaltige Abänderungen. Die thonerdehaltigen Hornblenden ſind meiſt dunkelgrün, braun und ſchwarz und dabei undurchſichtig, die thonerdefreien hellfarbig. In vielen Hornblenden iſt etwas Fluor (ſogar bis 2,8 Prozent) nachgewieſen worden, welches wahrſcheinlich als Vertreter von Sauerſtoff vorhanden iſt. Vor dem Lötrohr ſchmelzen die Hornblenden gewöhnlich unter Aufſchwellen und Aufwallen zu einem grauen, grünlichen oder ſchwarzen Glaſe, und zwar meiſt um ſo leichter, je reicher ſie an Eiſen ſind; die eiſenreichen Abänderungen werden auch von Salzſäure ganz oder teilweiſe zerſetzt, während die übrigen Varietäten nicht ſonderlich davon angegriffen werden.

Es werden unterſchieden:

a) Die gemeine Hornblende (Thonmagneſia-Hornblende); ſie

ist grünlich-schwarz, auch dunkelgrün und durchsichtig, im Strich grünlich-weißgrau. Sie ist der alleinige Bestandteil des Hornblendefels und des Hornblendeschiefers und Gemengteil des Syenit und Diorit. Interessante Fundorte von schönen Hornblendekrystallen sind Schmalzgrube bei Marienberg im sächsischen Erzgebirge, Kupferberg in Schlesien, die Saualpe in Kärnten, Traversella in Piemont, Arendal und Kongsberg in Norwegen.

b) Die basaltische Hornblende (Thonkalk-Hornblende); sie bildet hauptsächlich kurze, dicke, sechsseitige Säulen, die am Ende durch drei oder mehr Flächen zugespitzt sind. Die Krystalle erscheinen in der Regel vollständig ausgebildet, eingewachsen und sehr häufig an den Kanten abgerundet. Ihre Farbe ist pechschwarz oder bräunlich-schwarz und die Spaltungsflächen zeigen starken Glanz, ebenso ist sie undurchsichtig. Der Strich ist bräunlich. Vor dem Lötrohr schmilzt sie viel leichter als die gemeine Hornblende zu einem grünlichen oder schwarzen Glase. Sie tritt im Basalt und Trachyt auf und enthält oft sehr viele mikroskopische Körner von Magneteisenerz. Schön ausgebildete Krystalle finden sich namentlich im Basalt des böhmischen Mittelgebirges, im Trachyt des Siebengebirges, in den Lavablöcken am Laacher See und am Vesuv. — Die Hornblende wird zuweilen als Zuschlag beim Schmelzen der Eisenerze benutzt.

c) Der Strahlstein (Aktinolith); er kommt in eingewachsenen, sehr langen, säulenförmigen Krystallen und strahlig-stengeligen Massen vor, ist grün in verschiedenen Abstufungen (lauchgrün, schwärzlich-grün, grünlich-grau), durchscheinend oder kantendurchscheinend. Er besteht aus Kieselsäure, Magnesia, Kalkerde und Eisenoxydul und tritt vorzüglich im Talkschiefer und Chloritschiefer auf. Er findet sich im Pfitschthal und Zillerthal in Tirol, bei Schmalzgrube bei Marienberg, bei Wünschendorf und Heidelbach bei Wolkenstein und bei Breitenbrunn im sächsischen Erzgebirge, bei Arendal in Norwegen u. s. w.

d) Der Grammatit (Tremolit und Calamit); er bildet langsäulenförmige, eingewachsene Krystalle und stengelige Massen, ist weiß, grau oder grünlich, perlmutter- oder seidenglänzend, halbdurchsichtig bis durchscheinend, und besteht aus Kieselerde, Magnesia und Kalkerde. Er kommt besonders in körnigem Kalkstein und im Dolomit vor und findet sich z. B. am St. Gotthard, im Fassathal in Tirol, bei Auerbach im Odenwald, bei Lengefeld bei Marienberg und am Fürstenberg bei Schwarzenberg in Sachsen u. s. w. Im Val Tremola am St. Gotthard wurde er vom Pater Pini zuerst aufgefunden.

Der **Asbest** bildet faserige, meist seidenglänzende Massen von weißer,

grauer oder grünlicher Farbe. Sind seine Fasern schwer trennbar und wenig biegsam, so wird er als gemeiner Asbest bezeichnet, sind sie aber leicht von einander zu trennen, sehr fein, sehr biegsam und weich anzufühlen, so heißt er Amiant oder Bergflachs. Im gewöhnlichen Feuer entzündet er sich nicht; vor dem Lötrohr schmilzt er bald sehr leicht, bald sehr schwer zu einer meist bräunlich-schwarzen Schlacke. In Säuren ist er unlöslich. — Im Grunde genommen ist der Asbest nichts weiter als eine dünnfaserige Abänderung der thonerdefreien Augite und Hornblenden, vorzüglich des Diopsid, Grammatit und des Strahlsteins. Er mag vorherrschend dadurch entstehen, daß diese Mineralien kohlensäurehaltiges Wasser aufnehmen, infolge davon ihres Kalkes beraubt werden und ein faseriges Gefüge annehmen. Der Asbest findet sich darum auch meist in Gesellschaft der genannten Mineralien, oft sogar in Afterkrystallen oder Pseudomorphosen nach denselben; ja Grammatit und Strahlstein gehen häufig so allmählich in denselben über, daß man nicht weiß, ob man noch diese Mineralien oder schon Asbest vor sich hat. Auch der Serpentin kommt in Asbest umgewandelt vor. Über den Serpentinasbest oder Chrysotil ist das Nähere Seite 227 zu finden. — Der Asbest findet sich in den Grünsteinen des sächsischen Vogtlandes (z. B. zu Cunsdorf bei Elsterberg, am Burgberg bei Reichenbach, bei Chrieschwitz, Pöhl und Altensalza), auf den Magneteisenerz- und Zinkblendelagern zu Breitenbrunn, Schwarzenberg, Ehrenfriedersdorf und Berggießhübel, am Schwarzenstein und Greiner im Zillerthal in Tirol, wo er den Strahlstein begleitet, am St. Gotthard in der Gesellschaft des Tremolits und auf Spalten des Dolomits und Glimmerschiefers, wo er auf Drusen von Bergkrystallen und Adularfeldspaten oft prächtige Haarüberzüge bildet, bei Dannemora in Schweden (auf Klüften des Magneteisenerzes), auf Corsika, wo ihn der französische Mineraloge Dolomieu so häufig fand, daß er ihn statt Werg zum Einpacken von Mineralien benutzte. — Da der Asbest in gewöhnlichem Feuer nicht verbrennt, so hat man den feinfaserigen Amiant schon im Altertume zu unverbrennlichen Lampendochten und, da er sich mit Flachs zusammen spinnen und weben läßt, zu unverbrennlichen Geweben benutzt. Die Herstellung derselben ist aber höchst mühsam. Der Amiant muß mit eisernen Kämmen in Fasern zerteilt und mit einem Flachsfaden (an den er sich anlegt) zugleich gesponnen und dabei immer geölt werden, damit er die Hand nicht verwundet. Sind die Fäden fertig, so werden sie gewebt und das Zeug wird dann über glühende Kohlen gebracht, damit Öl und Flachs herausbrennen. Plinius sagt, „daß man zu seiner Zeit den Amiant aus Indien bezog, um

aus ihm Tischtücher zu weben, welche, wenn beschmutzt, nicht gewaschen, sondern durch Feuer gereinigt wurden"; er führt als Merkwürdigkeit an, daß er solche selber gesehen, und fügt dann hinzu, „daß die Leichen der Könige, in solche Tücher gewickelt, auf dem Scheiterhaufen verbrannt würden, um deren Gebeine zusammen und von Holzasche rein zu halten". Plinius hält übrigens den Asbest gar nicht für ein Mineral, sondern für eine Art Flachs („Linum vivum") und behandelt denselben bei den Pflanzen, „in den Wüsten und sonnverbrannten Ebenen Indiens, wo es nie regne, werde sie erzeugt, und zwischen giftigen Schlangen gewöhne sich die Pflanze so an die Hitze, daß sie zuletzt gar nicht mehr brenne". — James Yates hat nachgewiesen, daß ein antikes Amiantgewebe im Jahre 1633 in Pozzuolo aufgefunden und in der Galerie Barberini aufbewahrt sei; daß ferner im Jahre 1702 ein antikes Amiantgewebe unweit der Porta major Roms gefunden worden sei, 5 Fuß breit, 6½ Fuß lang, in einem Marmorsarge, die Gebeine einer verbrannten Leiche enthaltend. Der mit Skulpturen versehene Sarg stammte wohl aus der Zeit Konstantins. Der merkwürdige Fund wurde in den Vatikan geschafft. Ein drittes großes derartiges Gewebe, aufgefunden in den Abruzzen zu Vasto, wird im Museo Borbonico zu Neapel aufbewahrt. Kaiser Karl V. soll ein Tischtuch von Amiant gehabt haben, das er zur Belustigung seiner Gäste nach eingenommener Mahlzeit in das Feuer warf. In Asien, sowie in den Pyrenäen und Italien soll man aus Amiant jetzt noch Zeuge, vorzüglich für Feuerlöscher, und auch schlechtes Papier verfertigen. Haltbar und brauchbar sind jedoch diese Gewebe nicht, auch verwunden die zarten Spitzen der Fasern die Haut. Da der Amiant nicht von Schwefelsäure angegriffen wird, so fand er auch bei den früher allgemein verbreiteten chemischen Feuerzeugen Anwendung.

Der **Beilstein** (Nephrit, Punamustein) ist wahrscheinlich eine dichte Abänderung des Grammatits oder Tremolits, mit welchem er auch in seiner chemischen Zusammensetzung (Kieselsäure, Magnesia, Kalkerde und etwas Eisenoxydul) mehr oder weniger übereinstimmt. Bis jetzt ist er nur in derben, sehr schwer zersprengbaren Massen von ausgezeichnet splitterigem Bruch gefunden worden. Von Farbe ist er lauchgrün bis grünlich-weiß und grünlich-grau, auch gelblich-weiß und gelblich-grau; er ist ferner matt, durchscheinend, und fühlt sich fettig an. Sein Strich ist weiß, seine Härte steht zwischen der des Feldspates und der des Quarzes (H = 6,5) und sein Gewicht ist etwa 3 (G = 2,97—3). Vor dem Lötrohr brennt er sich weiß, schmilzt aber nur an den dünnsten Kanten schwer zu einem farblosen Glas. — Er kommt hauptsächlich in Turkestan,

Tibet, China und Neuseeland (an der Westküste der Südinsel) vor. Auch bei Düben in der Niederlausitz ist einmal ein Block dieses Minerals (ob durch Menschen dahin verschleppt?) aufgefunden worden. — Der Nephrit wird im Orient zu Siegelsteinen, Säbelgriffen, Amuletten und anderen Dingen verarbeitet. Vor der Anwendung des Eisens benutzte man ihn schon in den ältesten Zeiten, zum Teil auch jetzt noch auf Neuseeland zur Verfertigung von Streitäxten, Beilen, Meißeln und Hämmern.

Von dem Nephrit wird der Jadeit, der außer den Bestandteilen des Nephrit noch Thonerde und Natron enthält, unterschieden. Er ist härter (H = 6,5 — 7 und darüber) und schwerer (G = 3,20 — 3,40) als der eigentliche Nephrit und hat schwachen Glasglanz oder fast Perlmutterglanz. Seine Farbe ist apfel- bis smaragd-grün, bläulich-grün, grünlich-weiß. Vor dem Lötrohr ist er leicht zu einem halbklaren Glase schmelzbar. Zu Steinbeilen verarbeitet wird er in schweizerischen Pfahlbauten und in Südfrankreich gefunden.

6. Ordnung. **Glimmer**, Phyllite.

Die Glimmer sind meist blätterige oder schuppige Mineralien. Sie besitzen sehr vollkommene Spaltbarkeit und lassen sich leicht in dünne, mehr oder weniger durchsichtige Blättchen spalten. Auf den Spaltungsflächen zeigen sie metallartigen Perlmutterglanz. Sie haben geringe Härte (H = 1 — 3) und ihr Gewicht schwankt zwischen 2,7 — 3,1. Sie sind wichtige Bestandteile vieler und weit verbreiteter Gesteine. — Hierher gehört der Kaliglimmer, Magnesiaglimmer, Lithionglimmer, Chlorit.

Der **Kaliglimmer** (Kaliumglimmer, Muscovit) kommt krystallisiert, weit häufiger aber in größeren oder kleineren Blättern und Schuppen vor. Seine Krystalle sind gewöhnlich unregelmäßig-sechsseitige Tafeln, welche dem monoklinischen System angehören und sich durch sehr vollkommene Spaltbarkeit in der Richtung der Grundfläche auszeichnen. Durch fortgesetztes Spalten erhält man immer dünnere Blätter oder Lamellen, welche außerordentlich biegsam und elastisch sind. Eine ähnliche ausgezeichnete Spaltbarkeit haben auch die größeren tafelartigen Stücke. Während sehr dünne Lamellen in der Regel durchsichtig und ganz farblos sind, zeigen sich dickere, zusammengesetzte Stücke undurchsichtig und verschieden gefärbt, vorherrschend weißlich in verschiedenen Abstufungen (besonders graulich-, gelblich-, rötlich- und grünlich-weiß), aber auch grau, braun, gelb, grün, doch sind diese Farben nie sehr dunkel. Durchsichtige Lamellen erscheinen optisch zweiaxig, d. h. sie zeigen im polarisierten

Lichte bei einer Kreisdrehung sich viermal dunkel und viermal hell; die optischen Axen treten dabei unter den verschiedensten Winkeln auf; am gewöhnlichsten bilden sie Winkel von 45 — 75 Grad. Ebenso werden dünne Blättchen, zwischen den Fingern gerieben, elektrisch.

Der Kaliglimmer ist so hart wie Gips (H = 2 — 3), 2,7 — 3,1 mal so schwer als Wasser und besteht vorzugsweise aus Kieselsäure, Thonerde, Kali und Wasser, meist auch aus etwas Eisenoxyd, Eisenoxydul, Magnesia, Fluor und anderen Bestandteilen. Vor dem Lötrohr schmilzt er mehr oder weniger leicht zu einem trüben Glase oder weißen Email; bei Fluorgehalt wird er vorher matt und undurchsichtig. Beim Erhitzen in einem Glaskölbchen schwitzt er Wasser aus, welches vermöge seines Fluorgehaltes Glas ätzt und angefeuchtetes Fernambukpapier strohgelb färbt. Von Salzsäure und Schwefelsäure wird er nicht angegriffen.

Der Kaliglimmer gehört zu den verbreitetsten Mineralien und ist in sehr vielen Gesteinen (Granit, Gneiß, Glimmerschiefer, Urthonschiefer u. s. w.) als ein wesentlicher, nie fehlender Gemengteil enthalten. Große Stücke, sowie schön ausgebildete Krystalle sind jedoch seltener. Erstere finden sich vorzugsweise am Ural, in Sibirien, Nordamerika, Grönland, Skandinavien, Finnland, am St. Gotthard. Schön ausgebildete Krystalle kommen in den Zinngruben zu Zinnwald im Erzgebirge und Schlackenwalde in Böhmen, bei Preßburg in Ungarn, Falun in Schweden, Nertschinsk, Miask und Ochotzk in Sibirien u. s. w. vor.

Große Glimmertafeln werden wegen ihrer ausgezeichneten Spaltbarkeit und Durchsichtigkeit namentlich in Sibirien (russisches Glas) vielfach zu Fensterscheiben benutzt; solche Fensterscheiben kann man schneiden und nähen, sie überfrieren zur Winterszeit nicht und sie halten auch die stärksten Lufterschütterungen, z. B. bei Kanonendonner, aus. Die Amerikaner von New-Hampshire setzen Glimmertafeln in die Thüren der Stubenöfen ein, um das Feuer bequemer beobachten zu können. Glimmertafeln werden ferner zum Belegen von Heiligenbildern (daher Marien- oder Frauenglas), als Lampenschirme, als Objektträger bei Mikroskopen, als Träger kleiner Insekten in Insektensammlungen verwendet. Schön goldgelber und silberweißer Glimmer (Katzengold und Katzensilber) diente im gepulverten Zustande als Streusand (Gold- und Silberstreusand). Fein pulverisierter, mit Salzsäure ausgekochter und dann ausgewaschener Glimmer wird fabrikmäßig zu Brokatfarben oder zu Glimmerbronze benutzt.

Der **Magnesiaglimmer** (Biotit, Meroxen, optisch-einaxiger Glimmer) ist in der Regel dunkel (gewöhnlich schwarz-braun bis schwarz) gefärbt und dadurch oft dem schuppigen Eisenglanz, der Hornblende, ja

auch dem Graphit ähnlich. Auf den Spaltungsflächen zeigt er sehr starken metallartigen Perlmutterglanz. Seine Durchsichtigkeit ist dagegen geringer als die des Kaliglimmers, da er meist durchscheinend bis undurchsichtig und nur in sehr dünnen Blättern ziemlich durchsichtig ist. Vom Kaliglimmer unterscheidet er sich außerdem dadurch, daß er durch Schwefelsäure (unter Abscheidung weißer, perlmutterglänzender Kieselsäureschüppchen) vollständig zersetzt wird und durch seine chemische Zusammensetzung. Er enthält nämlich weniger Kieselsäure und weniger Thonerde als dieser, dagegen mehr Eisen (welches zum Teil Eisenoxydul ist) und 10—30 Prozent Magnesia. — Der Magnesiaglimmer ist im allgemeinen seltener als der Kaliglimmer, doch kommt er ebenfalls als Gemengteil vieler Gesteine vor; so bildet er einen Gemengteil aller Glimmerschiefer und Urthonschiefer, welche sehr dunkel gefärbt sind und braun-rot verwittern, gewisser Basalte, Trachyte, Porphyre, Granite, Gneiße u. s. w. Sehr große und schöne Krystalle finden sich am Vesuv, am südlichen Ural, bei Arendal in Norwegen, bei Sala in Schweden, Chester in Pennsylvanien und in Grönland.

Dem Magnesiaglimmer nahe verwandt ist der Rubellan, dessen hexagonale Tafeln sich durch bräunlich-rote (rostrote) bis fast ziegelrote Farbe, Undurchsichtigkeit, Sprödigkeit und Unbiegsamkeit auszeichnen. Er dürfte wenigstens zum Teil nur ein veränderter schwarzer Glimmer sein und findet sich als Gemengteil der Melaphyre, Basalte und Laven.

Der **Lithionglimmer** (Lepidolith) ist dem Kaliglimmer sehr ähnlich, unterscheidet sich aber von demselben hauptsächlich durch sein Verhalten vor dem Lötrohr. Vor dem Lötrohr schmilzt er nämlich sehr leicht unter Aufwallen zu einem farblosen, braunen oder schwarzen Glas und färbt dabei teils für sich allein, teils bei Zusatz von Flußspat und doppeltschwefelsaurem Kali die Flamme rot. Er ist oft von rosenroter bis pfirsichblütroter Farbe, bildet blätterige oder körnigschuppige Massen und zeichnet sich durch seinen Gehalt an Lithion und Fluor aus; außerdem enthält er Kieselsäure, Thonerde und etwas Manganoxyd (wovon die rote Farbe herrührt). — Bemerkenswerte Fundorte sind Chursdorf und Limbach bei Penig in Sachsen, der Berg Hradisko zu Rozena und Iglau in Mähren.

Dem Lithionglimmer steht der Rabenglimmer oder Zinnwaldit nahe. Er ist grau, braun oder dunkelgrün gefärbt, enthält im Gegensatz zu dem Lepidolith 8—15 Prozent Eisenoxydul (daneben auch etwas Oxyd) und findet sich namentlich auf Zinnerzlagerstätten, wie bei Altenberg und Zinnwald im Erzgebirge.

Der **Chlorit** kryſtalliſiert in hexagonalen, an ihren Seitenflächen oft zugeſchärften Tafeln und Blättern, welche oft zu kamm-, wulſt- und kegelförmigen Gruppen verwachſen ſind. Meiſt bildet er jedoch derbe, blätterige, ſchuppige oder ſchieferige Maſſen, nicht ſelten auch einen feinſchuppigen oder erdigen Anflug auf der Oberfläche anderer Mineralien, wie z. B. auf Bergkryſtall und Adular. Die Kryſtalle und Blätter laſſen ſich ebenfalls durch fortgeſetzte Teilung in dünne, durchſcheinende bis durchſichtige Blättchen ſpalten, die aber nur biegſam und nicht elaſtiſch ſind. Er iſt dunkelgrün (blau-grün bis ſchwärzlich-grün) gefärbt, im Strich grünlich bis grünlich-grau und perlmutterglänzend bis fettglänzend. An Härte ſteht er dem Glimmer nach (H = 1—1,5); ſein Gewicht iſt 2,8. Er beſteht in der Hauptſache aus Kieſelſäure, Thonerde, Talkerde, Eiſenoxydul (15—29 Prozent) und Waſſer. Im Glaskölbchen erhitzt ſchwitzt er Waſſer aus. Vor dem Lötrohr ſchmilzt er ſchwer und nur an dünnen Kanten zu einem ſchwarzen Glaſe. Von konzentrierter Schwefelſäure wird er zerſetzt. — Der Chlorit bildet für ſich allein oder mit etwas Quarz als Chloritſchiefer in Tirol, Salzburg und in der Schweiz anſehnliche Gebirgsmaſſen. Er findet ſich ferner häufig in Neſtern und gangförmig im Serpentin, z. B. bei Zöblitz, bei Waldheim, bei Böhrigen und Greifendorf bei Roßwein, bei Tirſchheim, St. Egidien und bei Churſdorf bei Penig in Sachſen. Endlich kommt er auch auf Erzlagern vor, wie z. B. bei Altenberg, Freiberg, Johanngeorgenſtadt und bei Berggießhübel (auf Magneteiſenlagern) in Sachſen.

7. Ordnung. **Talke**, Steatite.

Die Talke ſind vorherrſchend blätterige, körnige oder dichte Mineralien von unreinen Farben. Durch ihre geringe Härte (H = 1—3), vorherrſchende Milde, geringen Glanz, ſowie dadurch, daß ſie ſich fettig oder ſeifenartig anfühlen, ſind ſie dem Talg (Unſchlitt) mehr oder weniger ähnlich. Sie beſtehen in der Hauptſache aus Kieſelſäure und Talkerde oder Magneſia und Waſſer, ſind alſo waſſerhaltige Magneſia-Silikate. Hierher gehört der Talk (und Speckſtein), der Meerſchaum und der Serpentin.

Der **Talk** (Steatit) iſt bis jetzt nur ſelten in ſechsſeitigen oder rhombiſchen Tafeln, die wahrſcheinlich dem rhombiſchen, vielleicht auch dem monokliniſchen Syſtem angehören, vorgekommen. Meiſt kommt er in krummſchaligen, keilförmig-ſtengeligen, körnig-blätterigen oder ſchuppigen Maſſen, ſowie auch ſchieferig (Talkſchiefer) bis faſt dicht und zuweilen auch in Afterkryſtallen nach Augit, Hornblende, Orthoklas u. ſ. w. vor. Die Tafeln

und Blätter lassen sich in der Richtung der Tafelflächen sehr leicht in dünne, biegsame, aber nicht elastische Blättchen spalten. Von Farbe ist der Talk meist grünlich-weiß, gelblich oder grau, seltener farblos. Er ist sehr mild, fast geschmeidig, sehr fettig anzufühlen, durchscheinend bis undurchsichtig und perlmutterglänzend oder fettglänzend. Seine Härte ist sehr gering; er läßt sich leicht mit dem Fingernagel ritzen oder zerreiben. Bei der Vergleichung der Härte der Mineralien nimmt man seine Härte als erste Härtestufe an (H = 1). Er ist etwa 2,7 mal so schwer als Wasser und enthält außer Kieselsäure, Magnesia und Wasser oft etwas Eisenoxydul und bisweilen auch etwas Thonerde. Vor dem Lötrohr schmilzt er nur in den dünnsten Splittern, er leuchtet aber stark und wird, nachdem er sich erst aufgeblättert, so hart, daß er am Stahle Funken giebt. In Säuren wird er weder vor, noch nach dem Glühen angegriffen. — Der Talk findet sich am häufigsten in den steirischen, Salzburger und Tiroler Alpen, hier vorzüglich im Zillerthale und Fassathale, sowie in der Schweiz und im Venetianischen. Bei Ehrenfriedersdorf, Eibenstock, Johanngeorgenstadt, Geyer und Siebenlehn in Sachsen tritt er auf Erzgängen, bei Zöblitz und Waldheim gangförmig im Serpentin auf. — Wegen seiner großen Weichheit und der an Geschmeidigkeit grenzenden Mildheit wird der Talk zur Bereitung von Schminke und zur Verminderung der Reibung bei hölzernen Maschinenbestandteilen, sowie in Stiefeln und Handschuhen gebraucht.

Als eine dichte Abart des Talkes ist der **Speckstein** (Steatit) zu betrachten. Er bildet derbe, unregelmäßige, oder nierenförmge oder knollige Massen, nicht selten auch Afterkrystalle nach Quarz und Dolomit, nach Augit, Hornblende, Glimmer, Granat, Turmalin und anderen Mineralien und endlich kommt er auch eingesprengt vor. Er ist meist graulich-, gelblich-, grünlich- oder rötlich-weiß, äußerlich matt, im Strich glänzend, kantendurchscheinend, milde, oft etwas härter als der Talk (H = 1—1,5), aber kaum schwerer (G = 2,6—2,8). Er fühlt sich sehr fettig oder seifenartig an und klebt nicht an der Zunge. Mitunter zeigt er dendritische Zeichnungen im Innern. Seine chemische Zusammensetzung ist die des Talkes. Im Glaskölbchen schwitzt er Wasser aus. Vor dem Lötrohr brennt er sich so hart, daß er Glas ritzt. Von Salzsäure wird er nicht angegriffen, von kochender Schwefelsäure aber zersetzt. — Der Speckstein findet sich zu Göpfersgrün bei Wunsiedel im Fichtelgebirge, im Serpentin des Wachberges bei Waldheim in Sachsen, bei Hrubschitz in Mähren, bei Briancon (Dauphiné), in Cornwall und in Nordamerika (Massachusetts). Bei Göpfersgrün, wo jährlich gegen

500—600 Zentner gewonnen werden, bildet er ein Lager im Glimmerschiefer und Granit, das eine durchschnittliche Mächtigkeit von 6 Fuß und eine westöstliche Ausdehnung von etwa 280 Lachtern hat. Interessant sind auch die 1—5 Zoll großen Speckſteinknollen in dem Gipsstock von Kittelsthal und Seebach, 1—2 Meilen östlich von Eisenach. — Der Speckſtein dient als Schmiermittel für Schrauben und hölzerne Radzapfen, zum Polieren und Putzen von Horn, Alabaſter, Marmor, Glas und Metall, zur Vertilgung von Fettflecken auf Papier, Tapeten und Kleidern. Unter dem Namen Spaniſche oder Venetianiſche Kreide (Schneiderkreide) benutzt man ihn zum Zeichnen auf Seide, Tuch und Glas. Wenn man mit Speckſtein einen Strich auf Glas macht und dann denſelben mit einem Tuche wieder wegwiſcht, ſo kommt der Strich doch wieder zum Vorſchein, wenn man das Glas anhaucht. Da er ſich leicht ſchneiden und bohren läßt, ſo dient er zur Anfertigung von Kryſtallmodellen, zu Schmelztiegeln, Götzenbildern und verſchiedenen Skulpturarbeiten. Bei Groton, unweit Lowell in Maſſachuſetts, wo ein ſehr ausgedehntes Speckſteinlager liegt, werden ſogar Röhren zu Waſſerleitungen aus Speckſtein gefertigt. Da der Speckſtein durch Brennen gehärtet werden kann, ſo dient er neuerdings auch vielfach zu Gasbrennern. Alte Geſchichtsſchreiber vom Jahre 1542 erwähnen des Speckſteins von Göpfersgrün als eines „köſtlichen Thones, aus dem eine unzählige Menge von Kugeln, damit die Kinder ſpielen, item große Kugeln, ſo man aus den Büchſen ſchießt, gefertigt werden und welche in vielen Wagen gen Nürnberg gehen und wiederum von dannen durch ganz Deutſchland".

Ein inniges Gemenge von Talk, Speckſtein, Chlorit und anderen Mineralien, welches bedeutende Ablagerungen im Gneiß und Glimmerſchiefer der Alpen (z. B. Hoſpenthal am St. Gotthard, Wallis, Engadin, Steiermark, Piemont) und in Finnland bildet und wegen ſeiner Weichheit, Milde und Feuerbeſtändigkeit zu Ofenplatten, Töpfen, Krügen, Vaſen u. ſ. w. verarbeitet wird, führt den Namen Topfſtein oder Lavezſtein. Bei Chiavenna iſt ſchon zur Zeit der alten Römer Topfſtein gegraben und zu dem genannten Zwecke verwendet worden. Nach dem alten ſchweizeriſchen Naturforſcher Scheuchzer zog die Stadt Plurs, nördlich vom Comerſee, aus ihren Topfſteinbrüchen alljährlich 60000 Dukaten, bis endlich 1618 der unterwühlte Berg zuſammenſtürzte, und die Stadt mit Mann und Maus begrub. „Um Gefäße zu verfertigen", ſagt Jakob Nöggerath, „haut man aus dem Steine Klötze, drechſelt aus dieſen zuerſt einen großen Topf oder Keſſel, der

massiv ist; aus seinem Innern ebenso einen zweiten, aus diesem einen dritten, und so etwa 7, die dann auch in einander passen. Zum Gebrauch bekommen sie einen eisernen Ring mit Handhaben. Der Stein läßt sich nur frisch aus der Erde gut bearbeiten. Die Töpfe und Kessel werden kaum dicker als gußeiserne gemacht. Sie zerbrechen nicht leicht, stehn gut im Feuer, und bekommen sie Sprünge, so umstrickt man sie mit Draht, und sie sind dann wieder ganz brauchbar. Sind sie von Fett durchdrungen und geben den Speisen einen schlechten Geschmack, so glüht man sie aus." Zu Liddes im Kanton Wallis steht ein Topfsteinofen, der die Jahreszahl 1000 trägt.

Der **Meerschaum** kommt nur derb in knolligen Massen von verschiedener Form und Größe, bisweilen auch in Afterkrystallen nach Kalkspat vor. Er ist dicht oder erdig, im Bruche flachmuschelig, gelblich-weiß oder graulich-weiß, matt, im Strich etwas glänzend, undurchsichtig. Er fühlt sich etwas fettig an, saugt stark Wasser ein und haftet daher stark an der Zunge. Während er anfangs im Wasser schwimmt (G = 0,988 — 1,279), sinkt er später unter, da sein Gewicht nach eingezogenem Wasser bis gegen 2,0 beträgt. Seine Härte ist gleich der des Gipses (H = 2—2,5) und er besteht aus Kieselsäure, Talkerde und Wasser, enthält wohl auch stets etwas Kohlensäure. Im Glaskölbchen erhitzt, schwitzt er Wasser aus und wird schwarz. Vor dem Lötrohr schrumpfen dünne Spitzen merklich zusammen, werden hart und schmelzen zu weißem Email. Durch Salzsäure wird er unter Abscheidung von schleimigen Kieselflocken zersetzt. — Der Meerschaum findet sich bei Hrubschitz in Mähren, bei Valecas unweit Madrid, auf der griechischen Insel Negroponte, bei Kaffa in der Krim, und besonders reichlich und schön in Kleinasien, und zwar in der Umgebung der Stadt Eskischehr (nicht bei Brussa, wie gewöhnlich in Büchern angegeben ist). Das Hauptlager befindet sich 40 km südöstlich von der Stadt. Es öffnen sich da horizontale Stollen. Bei Lampenschein arbeiten die Bergleute gruppenweise, etwa zu je 40—50. Der rohe Stein, der anfangs weich und schmierig ist, wird in viereckige Formen gestrichen und geht zu weiterer Verarbeitung nach Wien und Thüringen und zwar hauptsächlich nach Ruhla. In Ruhla besteht das Geschäft der Gebrüder Ziegler für Meerschaumköpfe und alles, was zu den verschiedenen Sorten von Tabakspfeifen gehört, schon über 100 Jahre. Mit dem Messer schneidend und mit stählernen Werkzeugen drechselnd, fertigt man aus den rohen Meerschaumstücken die Pfeifenköpfe, poliert sie, und raucht man den Tabak nun ohne weiteres aus ihnen, so schmeckt er am besten; allein sie ändern dann ihre Farbe nicht, sie rauchen

sich nicht an, wie man zu sagen pflegt, werden auch leicht schmutzig. Will man das Anrauchen bewirken, so siedet man die Köpfe zweimal in Talg und dann noch einmal in Wachs; ist dies geschehen, so wird beim Rauchen der Hals allmählich braun, die Esse (der Teil, worin das Feuer brennt) milchweiß. Siedet man Köpfe in Öl, so werden sie beim Rauchen überall gelblich- und bräunlich-marmoriert. Alles, was beim Schneiden und Drechseln der Köpfe abgeht, wird in Wasser zermahlen, durch Leinwand geschlemmt, wieder in viereckige Stücke geformt, und aus diesen macht man wieder Köpfe, die aber unechte heißen. Was beim Bearbeiten der unechten Stücke abgeht, wird wieder ebenso verarbeitet, so daß nichts verloren geht. Unechte Köpfe kommen nur in Handel, nachdem sie in Talg oder Öl gesotten sind, weil sie sonst beim Rauchen bald zerfallen. — Die berühmten samischen Gefäße der Alten waren ein aus Meerschaum von Samos (samischer Erde) bereitetes Steingut.

Der **Serpentin** ist dicht, zuweilen auch körnig und undeutlich faserig, und findet sich in mächtigen Stöcken, Lagern oder Gängen, derb, eingesprengt und in Trümmern, Platten und Lagern und endlich auch in Afterkrystallen nach Olivin, Augit, Hornblende, Granat u. s. w. Er ist wenig glänzend oder matt, durchscheinend bis undurchsichtig und hat sehr verschiedenartige grüne, bald helle, ins Gelbliche übergehende, bald dunkle und schwärzliche Farben; oft ist er auch geadert oder gefleckt, und zwar rot, braun, schwarz, gelb oder grau. Sein Strich ist jedoch stets weiß. Er ist so hart oder etwas härter als Kalkspat ($H = 3—4$), 2,6 mal so schwer als Wasser ($G = 2{,}5—2{,}7$) und besteht aus Kieselsäure, Talkerde und Wasser. Indessen wird in der Regel die Talkerde teilweise durch Eisenoxydul vertreten, dessen Menge gewöhnlich 2 Prozent beträgt, bisweilen aber auch bis über 13 Prozent steigen kann. Im Glaskölbchen giebt er Wasser und schwärzt sich dabei. Vor dem Lötrohr brennt er sich weiß und schmilzt kaum an den schärfsten Kanten etwas. Durch Salzsäure und noch leichter durch Schwefelsäure wird er unter Abscheidung von Kieselschleim vollständig zersetzt. Man unterscheidet den edlen und den gemeinen Serpentin. Der edle Serpentin ist hell (schwefelgelb, zeisiggrün, spargel- bis lauchgrün) gefärbt, durchscheinend und gewöhnlich mit Kalkstein verwachsen. Zu ihm gehören die schönen Afterkrystalle des Serpentins nach Olivin von Snarum in Norwegen, welche bisweilen $1\frac{1}{2}$ Fuß lang und armdick sind und innerlich bisweilen noch einen Kern von unzersetztem Olivin enthalten. Der gemeine Serpentin ist dunkelfarbig (meist unrein dunkelgrün bis schwärzlichgrün), undurchsichtig und durch verschiedene Beimengungen mehr oder

weniger verunreinigt. Er bildet ganze Berge und mächtige Stöcke und Lager in Sachsen (z. B. bei Zöblitz, Waldheim, zwischen Greifendorf und Böhrigen unweit Roßwein, bei Callenberg bei Waldenburg, bei Hohenstein bei Chemnitz und bei Tirschheim bei St. Egidien), im Fichtelgebirge, in Schlesien, in den Alpen (z. B. die Riesenpyramide des Matterhorns), in den Vogesen u. s. w.

Den Zöblitzer Serpentin kannte schon Agricola; er führt ihn als Marmor auf und bemerkt, daß der Stein von seinen Landsleuten „Serpentin" genannt werde und daß er zur Anfertigung von Löffeln, Pokalen, Kugeln und Wärmsteinen diene. Die Bearbeitung des Serpentins soll ein anderer sächsischer Mineraloge, Justus Rabe, 1546 zuerst gelehrt haben. Während früher der Abbau nur raubbauartig erfolgte, wird gegenwärtig der Serpentin in einem Tagebau und einem Grubenbau gewonnen und zwar in der Weise, daß allmählich der ganze brauchbare Serpentin erreicht wird; dabei sind 45 Berg- und Förderleute beschäftigt. Die Bearbeitung geschieht fabrikmäßig und wird seit 1862 von einer Aktiengesellschaft betrieben; in der Fabrik arbeiten gegen 200 Menschen. Die Aktiengesellschaft hat drei größere Niederlagen, in Zöblitz, Dresden und Berlin. Die Fabrikate beginnen mit den kleinsten Artikeln, wie Knöpfen, Würfeln, Dominosteinen und steigen bis zu großen architektonischen Werkstücken, zu Säulen, Wand- und Thürverkleidungen, Kaminen und Grabmonumenten auf. Eine starke, fabrikmäßige Anwendung findet der Serpentin in den Lampenfabriken in Zusammensetzung mit Bronze; hierfür sind Berlin und London die Hauptabsatzquellen; für andere kleinere Nützlichkeits- und Luxusgegenstände hat sich namentlich in Rußland ein weites Feld geöffnet. Die größeren Gegenstände finden in großen Städten bei Luxusbauten Verwendung und sind in neuerer Zeit sehr beliebt und teilweise auch dem Marmor vorgezogen worden. Aus Zöblitzer Serpentin besteht das Grabmal Lincolns in Springfield in Illinois.

In neuerer Zeit hat man den Serpentin auch zur Darstellung des Bittersalzes im großen benutzt, so bei Remiremont in den Vogesen.

Die Alten, welche durch die Flecken, die zuweilen der Serpentin zeigt, an die Haut der Schlangen erinnert wurden, glaubten, daß Serpentinbecher gegen die zerstörenden Wirkungen von Gift schützten und daß in Serpentinsteinbrüchen keine Kröte leben könne; auch sollten Wärmsteine von Serpentin gegen Magenübel heilsam sein.

Dem Serpentin steht der Pikrolith und auch der Chrysotil nahe. Der Pikrolith, welcher meist als Überzug auf Serpentin vorkommt und oft eine glänzende, striemige oder gestreifte Oberfläche zeigt, hat die

Farbe des edlen Serpentins, ist aber nur kantendurchscheinend und härter als gewöhnlicher Serpentin (H = 3,5—4,5). Die chemische Zusammensetzung ist die des Serpentins.

Der Chrysotil (Serpentin-Asbest), der eigentlich nur eine faserige Abänderung des Serpentins ist, kommt ebenfalls nur im Serpentin vor, in welchem er Platten und Nester bildet, wie z. B. bei Zöblitz in Sachsen, Reichenstein in Schlesien, Kupferberg im Fichtelgebirge, Dobschau in Ungarn, Baltimore (der sogenannte Baltimorit) in Nordamerika. Er ist verschiedentlich grün, auch gelblich- oder grünlich-weiß, stark seidenglänzend und metallisch schillernd, in dünnen Fasern durchscheinend. Wahrscheinlich gehört hierher auch das sogenannte Bergleder aus dem Zillerthal und aus Norwegen und das Bergholz von Sterzing in Tirol.

8. Ordnung. Thone, Argillite.

Die Thone bilden dichte oder erdige Massen von vorherrschend hellen Farben und geringer Härte (H = 1—3). Sie sind matt oder schimmernd, undurchsichtig, saugen mehr oder weniger stark Wasser ein (haften daher an der Zunge) und erhalten sich im Wasser längere oder kürzere Zeit schwebend, ohne sich jedoch darin aufzulösen. Beim Anhauchen oder Erhitzen geben sie einen eigentümlichen („dumpf-ammoniakalischen") Geruch (den sogenannten Thongeruch). Vor dem Lötrohr sind sie meist unschmelzbar, von Schwefelsäure werden sie mehr oder weniger zersetzt. Sie sind in der Hauptsache wasserhaltige Thonerde-Silikate, welche vorzüglich durch Verwitterung der Felsite und Zeolithe entstanden sind und noch entstehen. — Hierher gehört der Kaolin (die Porzellanerde), der Thon, das Steinmark, der Bildstein, die Bergseife, der Bol, die Gelberde und das Eisensteinmark.

Der **Kaolin** (die Porzellanerde) bildet derbe, fest zusammenhängende oder staubig-krümelige (unter dem Mikroskop aus lauter feinen, meist sechsseitigen Blättchen bestehende) Gang- und Lagermassen und kommt auch eingesprengt und in Afterkrystallen nach Orthoklas und anderen Feldspaten, nach Leucit, Beryll und Topas vor. Er ist feinerdig, sehr weich und rötlich-weiß oder gelblich-weiß. Im trockenen Zustande fühlt er sich mager an, im feuchten Zustande ist er sehr plastisch (bildsam), d. h. er läßt sich kneten und formen. Seine Härte ist die des Talkes (H = 1) und sein Gewicht ist 2,2. Vor dem Lötrohr ist er für sich allein nicht schmelzbar, mit Soda schmilzt er auf Kohle, immerfort

Blasen treibend, zur Kugel; in der Phosphorsalzperle löst er sich auf, mit der Lösung von salpetersaurem Kobaltoxydul befeuchtet und dann vor dem Lötrohr geglüht, wird er blau. Salzsäure und Salpetersäure greifen ihn nicht merklich an, in kochender Schwefelsäure wird er zersetzt. — Der Kaolin ist vorzüglich aus der Zersetzung des Feldspats (des Orthoklas) hervorgegangen und findet sich darum überall da, wo feldspatreiche Gesteine, wie Granit, Porphyr, Gneiß, vorkommen. Nicht selten kommen Orthoklaskrystalle vor, deren Kern aus Kaolin besteht, während die Orthoklasmasse nur noch eine dünne Schale bildet. Bei Bad Liebenstein am südlichen Abhang des Thüringer Waldes befindet sich nach F. Senft ein Granit, dessen Masse nur noch aus Kaolin, Quarz und Eisenoxydkörnchen (Reste des zersetzten Kaliglimmers) besteht, und am Ring bei Ruhla ist ein Felsitporphyr von außen nach innen 3 Fuß weit in Kaolin umgewandelt. Die Porzellanfabrik von Sèvres bei Paris erhält ihr Material von St. Yrieux bei Limoges, wo der Gneiß auf 20 Fuß Mächtigkeit in Kaolin umgewandelt ist. Die Porzellanfabrik von Meißen bezog früher ihr Material von Aue bei Schneeberg, wo der Kaolin im Granit ein Lager bildete — die Gruben „Weißer St. Andreas" und „Weißerden-Zeche" lieferten jährlich gegen 2000 Zentner — das aber jetzt erschöpft ist. Gegenwärtig bezieht die Meißener Porzellanfabrik jährlich ca. 6000—7000 Zentner Kaolin von Seilitz (westlich von Meißen) und 4000 Zentner von Sornzig bei Mügeln. Beide Lager befinden sich im Felsitporphyr und werden bergmännisch abgebaut. Dem Porphyr gehören auch die Kaolinlager von Rasephas bei Altenburg und von Morl und Trotha bei Halle an. Der Kaolin von Passau, womit die Porzellanfabriken von Nymphenburg, Regensburg und Wien versorgt werden, ist aus Granulit und Porzellanspat entstanden. Die Kaolinlager von Karlsbad in Böhmen und St. Stephans in Cornwall in England befinden sich im Granit.

Der Kaolin liefert die Hauptmasse für die Fabrikation des Porzellans, wird aber auch zu vielen anderen Gegenständen der feinern Töpferei, zu Steingut, Fayence und dergleichen verwendet. „Um Porzellan zu fertigen, reinigt man Porzellanerde, mengt sie in gehörigem Verhältniß mit feinem Quarzsand und zerstampftem Feldspat, mahlt und schlemmt die Mengung, läßt diese, zu Klumpen geballt, lange im Keller liegen, formt dann Gefäße daraus, glüht diese erst mäßig, wobei sie hart werden, taucht sie dann in die Glasur, welche aus sehr fein gemahlenem und geschlemmtem Quarz, Gips und Porzellanscherben besteht und mit Wasser verdünnt ist, und glüht sie dann sehr heftig. Ist die Ware gut, so muß sie

weiß, durchscheinend, auf dem Bruch glasig, so hart wie Quarz sein und am Stahle viele und schöne Funken geben; auch darf sie kein Wasser einsaugen und von Säuren nicht angegriffen werden, mit Ausnahme der Flußsäure. Ist Porzellan ohne Glasur mit dem glasierten heftig gebrannt, so heißt es Biscuit, ist ebenso hart, aber seine Oberfläche ist fein rauh und zugleich glanzlos. — Die Farben, welche man auf oder in Porzellan festbrennt, sind Metalloxyde; nur das Gold wird reguliniſch aufgetragen und dann festgebrannt, wobei es reguliniſch bleibt. Vor dem Glasieren kann nur Titanoxydul zu Gelb, Uranoxyd zu Schwarz, Kobaltoxydul zu Blau, Chromoxydul zu Grün aufgetragen werden, und diese Farben stehen dann für immer dauerhaft unter der Glasur. Die anderen Farben werden, mit Glasstaub gemischt, auf die Glasur gemalt und dann bei nicht bedeutender Glut aufgebrannt. Demnach dürfen sie nur mit weichem Material gereinigt, und die Vergoldung muß noch viel zarter behandelt werden. — Von weißem Steingut unterscheidet sich Porzellan dadurch, daß ersteres nicht durchscheinend, auf dem Bruche nicht glasig und seine Glasur bleihaltig ist."

Das Porzellan ist eine Erfindung der ostasiatischen Völker, wahrscheinlich der Chineſen. Von diesen und den Japanern wurde es schon Jahrtausende früher gefertigt als in Europa, und zwar in einer Vollkommenheit, wie sie bei uns nur an wenigen Orten erreicht worden ist. Die Portugiesen, welche am frühesten Handel mit den nach Osten gelegenen Ländern der Erde trieben, brachten gegen das Jahr 1500 oder wenig später das erste chineſische Porzellan nach Europa. Von ihnen rührt auch der Name „Porzellan" her; derselbe ist der Porzellanschnecke entlehnt, an deren Schale der Glanz und die Härte des Porzellans erinnerte. Diese Schnecke heißt aber ihrer Form wegen bei den Portugiesen Porzella (d. h. Schweinchen); so hat also nicht etwa die Schnecke vom Porzellan ihren Namen, sondern die Sache verhält sich umgekehrt. Die Seltenheit der chineſischen Gefäße, sowie ihre besonderen Vorzüge, die in der ganz gleichmäßigen Masse und in dem allmählichen Übergang der Glasur in die innere Substanz bestanden, trieben den Preis derselben zu einer solchen Höhe, daß sie fast mit Gold aufgewogen wurden und nur fürstliche Personen derartige Kostbarkeiten anschaffen konnten. Da das chineſische Reich damals gegen Fremde fast vollständig abgeschlossen war, konnte man weder über den Stoff, aus welchem dieselben hergestellt waren, noch über die Art ihrer Bereitung etwas erfahren, und so ist es erklärlich, daß es 200 Jahre dauerte, ehe man auch in Europa Porzellan zu bereiten imstande war. Die Erfindung war hier einem Deutschen vor-

behalten, und zwar wurde sie in Sachsen gemacht, aber nicht, wie man gewöhnlich glaubt, durch Zufall, sondern nach langen Versuchen, welche der berühmte Naturforscher Ehrenfried Walter Graf von Tschirnhausen zuerst angestellt hat, um die nutzbaren Mineralien Sachsens industriell zu verwerten. Diese Versuche führten ihn auch dahin, die kostbaren Porzellangefäße, für welche sein prachtliebender Fürst August der Starke eine große Vorliebe hatte, nachahmen zu wollen, und es scheint, daß seine Bestrebungen auch nicht unglücklich gewesen sind, denn in der Biographie, welche die Akademie der Wissenschaften zu Paris von Tschirnhausen, der Mitglied derselben war, herausgab, heißt es: „Während seines Aufenthaltes zu Paris (1701) machte Herr v. Tschirnhausen dem Herrn Homberg Anzeige von einem Geheimniß, welches er entdeckt habe, ebenso wichtig als dasjenige der Herstellung seiner großen Linsengläser: das ist die Porzellanbereitung. Herr v. Tschirnhausen hat Homberg von seinem Porzellan mitgeteilt, im Austausch gegen einige andere Geheimnisse, und gegen das Versprechen, in seinem Leben keinen Gebrauch davon zu machen." Die Quelle, welche diese Notiz enthält, und die Persönlichkeit Hombergs, der ein berühmter Chemiker war, beweist, daß, wenn auch ein dem echten chinesischen Porzellan völlig entsprechendes Produkt von Tschirnhausen 1701 noch nicht gefunden worden war, seine Arbeiten in dieser Richtung doch bereits zu namhaften Erfolgen geführt haben mußten. Während dieser Zeit erhielt der Kurfürst Nachrichten über einen gewissen Böttcher, der, aus Schleiz gebürtig, in Berlin bei einem Apotheker gelernt hatte, und dann plötzlich unter großem Aufsehen daselbst als Goldmacher aufgetreten war. Da sich der König von Preußen seiner Person versichern wollte, so floh er nach Sachsen. Hier, wo er gefangen gehalten wurde, um die Kunst des Goldmachens seinem engern Vaterlande nutzbar zu machen, zeigte es sich bald, daß er dieselbe gar nicht verstand. Aber es ist mehr als wahrscheinlich, daß Tschirnhausen, der zur besondern Beaufsichtigung Böttchers bestellt worden war, die Fähigkeiten seines Schützlings erkennend, denselben veranlaßte, der Porzellanbereitung nachzugehen. Nach vielen Versuchen gelang es diesem auch, wie man sagt, bei Anfertigung eines Schmelztiegels, eine rote Masse zu erzeugen, welche mit dem Porzellan manche Ähnlichkeit hatte und deshalb große Hoffnungen erregte. Das echte Porzellan fand jedoch Böttcher erst einige Jahre später, nachdem ihm die Porzellanerde von Aue bei Schneeberg, die von einem Hammerschmied, Johann Schnorr, zuerst aufgefunden und damals nur als Haarpuder benutzt wurde, in die Hände gekommen war. Er gedenkt des weißen Porzellans als seiner Erfindung

zuerst in einer Eingabe an den Kurfürsten, die er demselben im März 1709 überreichte. Als die Erfindung so weit gediehen schien, daß man an die Nachahmung chinesischer Gefäße gehen konnte, wurde, um eine ausgiebige Produktion zu ermöglichen, im Jahre 1710 die Albrechtsburg in Meißen zur Porzellanfabrik eingerichtet und Böttcher zum Administrator derselben ernannt. Er förderte sie jedoch nicht besonders, wirtschaftete leichtsinnig und die Erträge waren daher in dieser Zeit keine großen. Die glänzende Zeit für die Fabrik begann erst unter der Leitung des Malers Herold im Jahre 1720, nachdem Böttcher am 13. März 1719, und zwar in Armut, gestorben war. — Obgleich man die Kunst der Porzellanbereitung sehr geheim hielt, so gelangte doch die Kenntnis davon, wie man erzählt, durch einen Arbeiter, sehr bald nach Wien, wo 1718 eine Porzellanfabrik, die zweite also in Europa, angelegt wurde. Von Wien aus, sowie durch Arbeiter, die von Meißen nach Berlin und anderwärts hingingen, gewann der neue Industriezweig bald weitere Ausbreitung. So entstanden zu Höchst am Rhein (1740), zu Ansbach und Baireuth, zu Fürstenberg (1744), zu Berlin (1750), zu Frankenthal (1754) und anderwärts Fabriken, welche zum Teil aber bald wieder eingingen. — In Frankreich kam die Porzellanfabrikation etwa 30 Jahre später in Gang als in Meißen. Im Jahre 1774, nachdem das Kaolinlager von St. Yrieux bei Limoges von einer armen Barbiersfrau, die eines Tages nach Thon suchte, um ihre Wäsche weiß zu machen, aufgefunden worden war, finden wir die große Porzellanmanufaktur zu Sèvres bei Paris in vollem Gange. — Auch in England fand die Porzellanfabrikation schon frühzeitig einen günstigen Boden und in den Fabriken von Bow und Chelsea, welche vor dem Jahre 1750 errichtet worden sind, wurden ausgezeichnete Werke hervorgebracht. Als die Fabrik in Chelsea 1765 einging, siedelten die besten Arbeiter derselben nach Derby über, wo, wie zu Worcester, bereits 1751 eine Fabrik errichtet worden war. — Unter den Porzellanfabriken, welche zu allen Zeiten ihres Bestehens sich ihren Ruhm bewahrt haben, stehen die zu Meißen und Sèvres obenan, sowohl was die Güte des Materials, als die Vortrefflichkeit der Form und Vollendung der künstlerischen Ausführung, Malerei und Vergoldung anbelangt. Neben ihnen dürften die Porzellanfabrik in Berlin und von den englischen die von Worcester einen hohen Rang beanspruchen.

An den Kaolin schließt sich zunächst der **Thon** an; man kann ihn als Kaolin betrachten, der durch Kalk, Magnesia, Eisenoxyd, Quarzsand und durch feine Trümmerchen anderer Mineralien mehr oder weniger

verunreinigt ist. Er bildet dichte Massen, hat erdigen Bruch und ist leicht zu Staub zerreiblich. Im trockenen Zustande saugt er begierig Wasser ein und hängt daher an der Zunge und beim Anhauchen verbreitet er einen eigentümlichen Geruch. Der Thon, der fast nur aus Kieselsäure, Thonerde und Wasser besteht, ist feuerfest, d. h. vor dem Lötrohr und in der Hitze der Schmelzöfen fast unschmelzbar. Durch kochende Schwefelsäure wird der Thon mehr oder weniger verändert. Im feuchten Zustande ist er teigartig, zähe und plastisch (bildsam), er läßt sich kneten und formen. Wird er dann stark geglüht, so wird er steinhart und bleibt für immer so hart, er mag trocken oder feucht liegen. Von Farbe ist er eigentlich weiß, doch kommt er meist grau, gelblich, bräunlich gefärbt vor. Rührt die graue Farbe von Kohlenstoff her, so wird der Thon in der Glühhitze weiß, weil der Kohlenstoff verbrennt; rühren die Farben jedoch vom Eisenoxyd her, so wird er in der Glühhitze gelb oder rot, wie man das an Töpfen und Ziegeln sehen kann. Wird Thon gepulvert, mit halb so viel Soda gemischt und auf Kohle vor dem Lötrohr geglüht, so schmilzt er, immerfort Blasen treibend, zu einer glasartigen Masse. Pulvert man Thon, mengt ihn gut mit halb so viel Kreide, feuchtet die Mischung an und streicht dann etwas davon an das plattgeschlagene Ende eines Platindrahts, so verwandelt sie sich vor dem Lötrohr in eine schlackenartige Masse. Zerschlägt man den Stiel einer thönernen Tabakspfeife, legt auf eine flache Spitze derselben etwas Blei oder Bleiglätte oder Mennige und glüht sie dann vor dem Lötrohr, so bekommt der Thon einen blaßgelben, glasartigen Überzug (Glasur). Taucht man das andere Ende des Pfeifenstielstücks in salpetersaures Kobaltoxydul und glüht es vor dem Lötrohr, so werden die Bruchflächen graubläulich. — Man unterscheidet den Pfeifenthon und Töpferthon. Der Pfeifenthon (feuerfester Thon) steht dem Kaolin sehr nahe, ist weißlich und fast unschmelzbar. Er findet sich namentlich bei Groß-Almerode in Hessen, bei Kassel, Passau, Coburg, Köln, Coblenz, Aachen u. s. w. Der Töpferthon ist grau, gelblich oder bräunlich gefärbt, schmilzt mehr oder weniger leicht und verglast in starker Hitze. Er bildet oft ausgedehnte Lager und ist besonders im nördlichen Deutschland sehr verbreitet.

Ein sehr unreiner Thon ist der Lehm; er enthält mehr als 5 Prozent Eisenoxyd und mehr als 10 Prozent Quarzsand. Er fühlt sich daher etwas rauh an, ist weniger plastisch als der Thon und gewöhnlich gelb oder gelb-braun gefärbt. In großer Hitze schmilzt und verglast er. Wenn der Lehm eine mehr graue Farbe und einen unvollkommen schieferigen Bruch hat, wird er Letten genannt. Unter Mergel versteht

man eine innige Mischung von Thon oder Lehm mit kohlensaurem Kalk und oft auch Eisenoxyd. Er braust, mit Salzsäure benetzt, auf und wird, je nachdem er mehr oder weniger Thon oder Kalk enthält, als Thonmergel oder Mergelthon unterschieden.

Die sogenannte Walkerde ist ein unreiner Thon von gelblicher oder grünlich-grauer Farbe, der sich fettig anfühlt, wenig an der Zunge hängt, mit Wasser keinen plastischen Teig bildet und 1,21 Prozent Magnesia und 9,5 Prozent Eisenoxyd enthält. Sie findet sich bei Nutfield bei Riegate in England und auch bei Roßwein in Sachsen.

Die Anwendung des Thones ist bekannt. Auf seinem Vorkommen beruht die Töpferei und die Ziegelei. Er dient zu gewöhnlichen Töpferwaren, zu Ofenkacheln, zu Drainierröhren, zu Steingut und zur Fayence, zu Tabakspfeifen, Schmelztigeln, zur Auskleidung von Schmelzöfen, zum Modellieren, zur Herstellung wasserdichter Füllungen u. s. w. Der Lehm insbesondere wird zum Pisé-Bau (Bau von festgestampfter Erde), zu Lehmwänden, Scheunentennen, Backsteinen und gebrannten Ziegeln (Mauer- und Dachziegeln) und zu vielen anderen Zwecken benutzt. Die Walkerde (wie alle reineren Thone, welche Fette einsaugen) dient zum Walken der Wollzeuge, besonders in Tuchfabriken, sowie zum Reinigen der Zeuge von Fettflecken. Der englischen Walkerde von Nutfield schrieb man früher die Güte der englischen Tuche zu, und sie durfte deshalb nicht ausgeführt werden.

Alle Thonwaren werden als poröse und dichte Thonwaren unterschieden. Die porösen Thonwaren, zu welchen die Ziegel, die Chamottesteine, die gewöhnlichen Töpferwaren, die Terrakotten, die Terralith- und Siderolithwaren, die Schmelztiegel, Tabakspfeifen und die Fayence gehören, sind bei schwacher Hitze gebrannt, ihr Bruch ist erdig und sie saugen auf frischer Bruchfläche Wasser ein und kleben daher an der Zunge. Die dichten Thonwaren sind bei starker Hitze gebrannt, ihre Masse (der Scherben) ist halbverglast, saugt auf frischer Bruchfläche kein Wasser an, klebt nicht an der Zunge und giebt am Stahle Funken. Zu ihnen gehört das Steingut und das Porzellan. — Die Ziegel (Mauerziegel, Dachziegel) werden aus Lehm, welchem je nach seiner Fettigkeit mehr oder weniger Sand zugesetzt wird, hergestellt. Der Lehm wird längere Zeit dem Einfluß des Wetters ausgesetzt, dann durchgeknetet, mit Sand vermischt und entweder mit der Hand oder mit Maschinen zu Ziegeln geformt. Die Ziegel werden an der Luft getrocknet und in offenen oder geschlossenen Ziegelöfen gebrannt. Da in allen diesen Öfen die Feuerung ungleich auf die Steine wirkt, so fallen

dieselben auch verschieden aus; ein Teil der untersten ist schlackenartig zusammengeschmolzen und muß weggeworfen werden, die höheren sind mehr oder minder gesintert, und bilden die unter dem Namen Klinker bekannte, zum Pflastern sehr geeignete Sorte, dann folgen die Steine von richtiger Beschaffenheit, die nach oben meist in zu schwach gebrannte übergehen. — Die Chamottesteine oder feuerfesten Ziegel werden aus feuerfestem Thon verfertigt, den man, um ihn magerer zu machen, mit zerstampften und gesiebten Scherben von gebranntem, feuerfestem Thon (Chamotte), gewöhnlich Porzellankapseln mengt, die gleich dem Sand, nicht mehr schwinden. Chamottesteine dienen bei Feueranlagen statt der Mauersteine, wo diese schmelzen würden. — Die gewöhnlichen Töpferwaren werden aus Töpferthon hergestellt. Der Thon wird von Steinen befreit, auch wohl geschlemmt, zur plastischen Masse verarbeitet, auf der Drehscheibe geformt, getrocknet und dann im Ofen gebrannt. Die so erhaltenen Waren sind z. B. zu Blumentöpfen schon brauchbar, aber zerbrechlich und porös, so daß Flüssigkeiten durchsickern. Sollen aber Flüssigkeiten darin aufbewahrt werden, so müssen sie mit Glasur überzogen oder glasiert werden. Die Glasur besteht aus einem innigen Gemenge von Bleiglätte (oder Bleiglanz), Sand und Thon (Lehm), das man mit Wasser anrührt und mit dem man die Waren entweder übergießt oder bepinselt, oder in das man die Waren, nachdem sie schwach geworden, eintaucht. Doch dürfen in solchen Gefäßen starke Säuren nie, und Eßwaren mit schwachen Säuren, wie z. B. mit Essig, auch Heidelbeeren, nie lange aufbewahrt werden, weil sich die Säuren allmählich mit dem Blei der Glasur verbinden und die Eßwaren auf diese Weise giftig wirken. Die Farben der Glasur werden durch Metallverbindungen hervorgebracht, z. B. Grün durch Kupferasche, Blau durch Smalte, Schwarz durch Braunstein, Braun durch Chromoxyd, Zinnoxyd und Kalk, Gelb durch Antimonglanz. — Terrakotten nennt man im allgemeinen gebrannte Thonwaren, welche als Nachahmung von Steinmassen zu baulichen Zwecken, als Ornamente u. dgl. benutzt werden. Dazu gehören Gesimsstücke, Rosetten, Vasen, Statuen, die aus sorgfältig gereinigtem und mit fein gepochtem Ziegel- oder Ofenkachelscherben versetztem Töpferthon verfertigt werden. — Terralith- und Siderolithwaren sind Thonwaren, welche nach dem Brennen mit Lackfarbe überzogen, auch bronziert und dann im Ofen scharf getrocknet sind, wie Blumentöpfe, Vasen, Ampeln, Leuchter, Schreibzeuge, Figuren. — Unter den Schmelztigeln sind die hessischen und Passauer die bekanntesten. Die hessischen Schmelztigel werden aus einem bei Groß-Almerode in

Hessen vorkommenden feuerfesten Thon, der mit Quarzsand gemengt wird, gearbeitet. Sie widerstehen sehr gut dem Feuer, eignen sich aber wegen ihrer rauhen Oberfläche nicht gut zum Schmelzen der Metalle, namentlich der edlen. Hierzu wendet man die Passauer oder Ipser Graphittigel an, die eine glatte Oberfläche haben. Sie werden aus einer Mischung von Thon und Graphit geformt, scharf getrocknet und schwach gebrannt. Beim Gebrauch brennt der Graphit äußerlich allmählich weg. — Zu den weißen thönernen Tabakspfeifen nimmt man einen feinen feuerfesten Thon, der sich weiß brennt. Damit sie nicht an den Lippen kleben, reibt man die Spitze mit einem Gemisch von Gummi, Seife und Wachs ein, oder füllt die Poren mit anderen ähnlich wirkenden Stoffen aus. Sie werden in großer Menge zu Groß-Almerode in Hessen und auch zu Köln, Aachen, Lüttich verfertigt. Die roten ungarischen und türkischen Pfeifenköpfe werden aus eisenhaltigem Thon oder aus einer Mischung von fettem Thon und Ziegelmehl hergestellt. — Die eigentliche oder ordinäre Fayence oder Majolika wird aus Töpferthon hergestellt, der aber (da er sich farbig brennt) mit einer weißen, undurchsichtigen Zinnglasur überzogen wird. Zu Geschirren wird diese Fayence, da ihre Glasur leicht rissig wird und leicht abblättert, gegenwärtig wenig verwendet; hauptsächlich dient sie zu Ofenkacheln. Braune Fayence ist feinere Töpferware mit brauner Bleiglasur, englische braune Fayence feine Töpferware mit durchscheinender bleihaltiger Glasur auf rötlicher Masse. Die feine Fayence (oder das englische Steingut) wird aus einem weißen, feuerfesten, mit Feuersteinpulver vermengten Thon verfertigt und mit durchsichtiger, bleihaltiger Glasur versehen. Sie ist besonders in England gebräuchlich. — Das Steingut (Steinzeug) wird aus farbigem, feuerfestem, mit Sand vermengtem Thon gebrannt. Die Glasur wird durch Kochsalz erzeugt, welches man, wenn die Geschirre in heftiger Glut sind, in den Ofen streut. Aus Steingut werden die sogenannten steinernen Töpfe, Krüge, Milchnäpfe, Bierflaschen, Flaschen für Säuren und Mineralwässer hergestellt. Die Farbe dieser Geschirre ist gewöhnlich trübe, gelblich oder blau-grau. Die ungeheure Menge von steinernen Flaschen, welche von Selters, Fachingen und anderen am Taunus und an der Lahn gelegenen Mineralquellen aus jährlich versandt wird, stellt man am südwestlichen Ende des Westerwald (in den Ämtern Selters und Montabaur) her. Beliebte, mit prächtigem Kobaltblau gezierte Steinwaren kommen von Bürgel bei Jena. Vortreffliche hellgraue, mit blauen Zeichnungen verehene Waren liefert Coblenz. Zum Kochen auf eisernen Platten (aber

nicht an offenem Feuer) sind die braunen Bunzlauer Steingutwaren besonders gesucht; ihr oberer Rand ist unglasiert, und man wetzt auf ihm mit Vorliebe die Küchenmesser. Das Wedgwood (so nach dem Erfinder, dem Töpfer Josuah Wedgwood genannt) oder das feine Steingut wird aus feuerfestem, sich weiß brennendem Thon, dem man durch Beimischung von Flußmitteln (Feldspat, Gips, Schwerspat) eine vermehrte Neigung zum Zusammensintern erteilt, hergestellt, und häufig durch Metalloxyde gefärbt. Gute Ware wird nicht glasiert und ist dem Porzellan sehr ähnlich, geringerer Ware giebt man zuweilen eine durchsichtige Bleiglasur. Wedgwood-Geschirre, -Vasen, -Leuchter werden vorzüglich von Etruria, einem von J. Wedgwood gegründeten Fabrikstädtchen in Staffordshire, aus in den Handel gebracht.

Die Kunst, Thongefäße zu verfertigen, ist jedenfalls uralt. Tief unter dem langsam sich absetzenden Schlamm des Nil sind glasierte Thonscherben hervorgegraben worden, die, wie man aus der Dicke der Schlammschicht und dem sich alljährlich absetzenden Niederschlag berechnet hat, vor mehr als 13000 Jahren gebrannt worden sein müssen. In den alten Pfahlbauten, deren Überreste in neuerer Zeit in großer Zahl entdeckt worden sind, hat man Scherben von Thongefäßen aufgefunden und die Anhäufung derselben an gewissen Stellen giebt der Vermutung Raum, daß bereits damals die Herstellung von Geschirren über den persönlichen Bedarf hinaus fabrikmäßig betrieben worden ist. Daß die Israeliten schon in den frühesten Zeiten die Kunst der Töpferei verstanden, beweisen zahlreiche Stellen des Alten Testaments. Die Griechen und Römer betrieben die Töpferei in künstlerischer Vollendung. Durch die Sitte, Aschenkrüge und Urnen in die Grabstätten zu setzen, ist uns ein reiches Material für die Beurteilung des damaligen Geschmackes und der technischen Fähigkeiten überliefert und durch ausgedehnte Ausgrabungen zugänglich gemacht worden. Daß die Römer die Töpferei auch in den von ihnen angelegten Kolonieen in ausgedehnter Weise betrieben, beweisen die in der Neuzeit aufgegrabenen Töpferwerkstätten, so die zu Rheinzabern, wo man bis zum Jahre 1858 bereits 70 altrömische Töpferöfen und 36 Ziegelöfen blosgelegt hatte. Es ist aber auch bekannt, daß in alten slawischen Gräbern in Deutschland, Polen, Rußland ebenfalls irdene Gefäße in großer Zahl gefunden werden, deren eigentümliche Formen zur Genüge beweisen, daß die Töpferkunst bei diesen Völkern einen selbständigen Entwickelungsgang genommen hat.

Unter dem Namen **Steinmark** werden mehrere dem Kaolin ähnliche und sehr nahestehende Mineralien zusammengefaßt, die eingesprengt,

in Trümmern und Nestern in Gesteinen („wie das Mark in den Knochen eingeschlossen") vorkommen. Ihre Farbe ist weiß, rötlich-weiß bis fleischfarben, gelblich-weiß oder gelblich, sie fühlen sich mehr oder weniger fettig an, hängen bald stark, bald gar nicht an der Zunge und haben ganz oder fast ganz die Zusammensetzung des Kaolin. Ihre Härte beträgt 2,5 — 3, und was ihr Gewicht betrifft, so sind sie 2,5 — 2,6 mal so schwer als das Wasser. Unter dem Mikroskop erkennt man, daß sie, wie der Kaolin, aus kleinen Krystalltäfelchen bestehen. — Das Steinmark findet sich z. B. im Porphyr des Rochlitzer Berges bei Rochlitz, bei Kohren, Altenberg, im Melaphyr von Cainsdorf bei Zwickau, auf Zinnerzgängen zu Ehrenfriedersdorf, Geyer, Zinnwald, auf Eisenerzgängen des Erzgebirges und des Vogtlandes, auf Braunsteingängen bei Elgersburg, am Buchberg bei Landshut. — Das Steinmark wurde früher als Heilmittel benutzt.

Der **Bildstein** (Agalmatolith) kommt in derben Massen von ausgezeichnet splitterigem Bruche namentlich in China, aber auch bei Nagyag in Siebenbürgen vor. Er ist grau, gelblich, rötlich oder grün (öl- oder berggrün) gefärbt, matt oder schimmernd, durchscheinend bis kantendurchscheinend und fühlt sich etwas fettig an, klebt aber nicht an der Zunge. Der Härte nach steht er zwischen Steinsalz und Kalkspat (H = 2 — 3) und sein Gewicht beträgt 2,8 — 2,9. Er besteht aus Kieselsäure, Thonerde, Kali und Wasser. Vor dem Lötrohr brennt er sich weiß, schmilzt aber nur an den schärfsten Kanten etwas an. In erhitzter Schwefelsäure wird er zersetzt. — Der Bildstein wird in China zu allerlei Bild- und Schnitzwerken, namentlich zur Herstellung von Götzenbildern verwendet.

Die **Bergseife** bildet derbe, dichte oder erdige Massen von muscheligem oder ebenem Bruch und geringer Härte (H = 1 — 2). Sie ist gewöhnlich schwarz oder bläulich-schwarz, matt (im Strich aber fettglänzend) und undurchsichtig. Sie schreibt auf Glas und Tuch, färbt aber nicht ab, fühlt sich sehr fettig an und klebt stark an der Zunge. Im Wasser zerspringt sie unter Knistern in kleine Stücke und giebt zuletzt einen zähen Teig. Ihre chemische Zusammensetzung ist unbestimmt, doch besteht sie in der Hauptsache aus Kieselsäure, Thonerde, Eisenoxyd und Wasser. — Bemerkenswerte Fundorte sind Artern und Waltershausen in Thüringen, Göttingen, Bilin und Stirbitz bei Außig in Böhmen, Olkucz in Polen und die schottische Insel Skye. — Die Bergseife dient zum Zeichnen auf Glas und zum Walken und Waschen grober Zeuge.

Der **Bol** (Bolus) bildet derbe Massen von leberbrauner bis

kastanienbrauner oder isabellgelber Farbe und muscheligem Bruch. Er fühlt sich mehr oder weniger fettig an, klebt teils stark, teils wenig, teils (Fettbol) gar nicht an der Zunge und zerspringt im Wasser unter Knistern in kleine Stückchen. Sein Strich ist fettglänzend, die Härte gering (H = 1—2), das Gewicht 2,2—2,5. Er besteht in der Hauptsache aus Kieselsäure, Thonerde, Wasser und Eisenoxyd (der Bol von Stolpen enthält außerdem noch Kalk). Vor dem Lötrohr brennt er sich hart und ist teils schmelzbar, teils unschmelzbar. Von Säuren wird er mehr oder weniger vollständig zersetzt. — Bol findet sich hauptsächlich im Basalt und in basaltischen Gesteinen, wie z. B. am Habichtswalde bei Kassel, bei Marburg, bei Drausfeld bei Göttingen, bei Striegau in Schlesien, am Galgenberge bei Ostritz in Sachsen, seltener im Kalkstein (z. B. bei Miltitz bei Meißen und bei Scheibenberg in Sachsen) und auf Erzgängen (wie der Fettbol bei Freiberg). — Die schön braunen und gelben Bole werden als Malerfarben, z. B. in der Freskomalerei (die roten Wände von Pompeji sind damit gemalt), zu türkischen Pfeifenköpfen, seltener zu Töpferwaren benutzt. Früher spielte er auch eine große Rolle in der Heilkunde, und besonders der Bol von Lemnos (lemnische Erde) galt seit Homers Zeiten als Universalmittel und wurde zur Verhütung von Betrügereien mit dem Siegel des Fundorts (daher auch Siegelerde, Sphragid, terra sigillata genannt) bezeichnet.

Die **Gelberde** (Melinit) bildet derbe, bisweilen dickschieferige Massen von erdigem Bruch und ockergelber Farbe. Sie fühlt sich etwas fettig an, klebt an der Zunge und zerfällt im Wasser zu Pulver, färbt ab und schreibt. In der Härte (H = 1—2) und dem Gewicht (G = 2,24) gleicht sie dem Bol. Ihre chemischen Bestandteile sind Kieselsäure, Thonerde, Eisenoxyd, Magnesia und Wasser. Vor dem Lötrohr ist sie unschmelzbar, sie brennt sich aber rot (in der innern Flamme schwarz). In Salzsäure ist sie zum Teil löslich. Nach manchen Mineralogen ist die Gelberde nur ein durch Eisenoxydhydrat gefärbter Kaolin und daher mit diesem zu vereinigen. — Die Gelberde findet sich bei Wehrau in der preußischen Lausitz, bei Amberg in Bayern, bei Schoningen am Solling u. s. w. Sie dient hauptsächlich als gelbe Anstrichfarbe.

Das **Eisensteinmark** (Teratolith) ist ein lagerartig im Steinkohlengebirge von Planitz bei Zwickau in Sachsen vorkommendes Mineral, das ebenfalls derbe Massen mit unebenem bis flachmuscheligem oder feinerdigem Bruch bildet. Es ist lavendel- oder pflaumenblau gefärbt und oft rötlich-weiß gefleckt oder geadert, fühlt sich rauh und mager an und

klebt an der feuchten Zunge. Zuweilen schließt es Pflanzenabdrücke ein. Seine Härte ist 2,5 — 3, das Gewicht 2,5. Außer Kieselerde, Thonerde, Eisenoxyd und Wasser enthält es einige Prozent Kalk, Magnesia und Manganoxyd. Früher stand es in hohem Ansehen und wurde unter dem Namen sächsische Wundererde (terra miracula Saxoniae) als Heilmittel gebraucht und gepriesen.

IV. Klasse. Salze, Haloide.

Die Salze sind Verbindungen der Leichtmetalle mit einer Säure, aber nicht mit Kieselsäure (sie sind also gegenüber den Steinen Nichtsilikate). Sie haben nichtmetallisches Ansehen, ungefärbten Strich, mittleres oder geringes Gewicht und meist geringe Härte. Manche sind im Wasser löslich und haben einen Geschmack. Sie werden in kohlensaure, schwefelsaure, phosphorsaure, salpetersaure, borsaure, salzsaure und flußsaure Salze unterschieden.

1. Ordnung. Kohlensaure Salze, Carbonate.

Die kohlensauren Salze sind in Salzsäure (und anderen Säuren) unter mehr oder weniger starkem Aufbrausen löslich (manche zeigen das Aufbrausen erst, wenn man sie pulverisiert und erwärmt). Vor dem Lötrohr verlieren sie die Kohlensäure und brausen daher mit Säuren nicht mehr auf (sondern reagieren alkalisch). Im Wasser ist nur das Natron löslich. — Es gehören hierher der Kalkspat, Aragonit, Braunspat, Bitterspat, Witherit, Strontianit, das Natron (Soda).

Der **Kalkspat** (Calcit, Kalkstein, Kalk) gehört zu den vielgestaltigsten und verbreitetsten Mineralien. Seine Krystalle, die dem hexagonalen Systeme angehören, sind äußerst zahlreich und mannigfaltig; außerdem kommt er in verschiedenen nachahmenden Gestalten vor und in seinen derben Abänderungen setzt er ganze Gebirge zusammen. Unter den einfachen Krystallformen sind das spitze und stumpfe Rhomboëder und das Skalenoëder sehr häufig; man kennt gegenwärtig nicht weniger als 50 verschiedene Rhomboëder und 155 verschiedene Skalenoëder. Noch größer ist die Zahl der bekannten zusammengesetzten Gestalten oder Kombinationen, da dieselbe gegen 800 beträgt. An letzteren herrscht bald das Rhomboëder, bald das Skalenoëder, bald die hexagonale Säule vor. Zu den häufigsten Kombinationen gehört die hexagonale Säule mit der

geraden Endfläche, die hexagonale Säule, welche durch drei Rhomboëderflächen geschlossen ist, und das durch drei Rhomboëderflächen abgestumpfte Skalenoëder. Die hexagonale Säule ist oft tafelförmig und bisweilen als papierdünne Tafel ausgebildet. Zwillingsbildungen sind nicht selten und ebenso kommen größere Krystalle, aus kleineren aufgebaut, sowie kammförmige, garbenförmige, staudenförmige, rosettenförmige, treppenförmige Krystallgruppen ziemlich häufig vor. Besonders zierlich sind die Zwillinge, in denen zwei Rhomboëder oder zwei Skalenoëder mit einander verwachsen sind, und die sich stets durch einspringende Winkel an den Seiten erkennen lassen. Afterkrystalle oder Pseudomorphosen (nach Aragonit, Anhydrit, Cölestin, Flußspat, Gips, Granat u. s. w.) sind selten, dagegen findet sich der Kalkspat als Versteinerungsmittel, zumal von Korallen, Seesternen, Conchylien und Holz, äußerst häufig. Ferner kommt der Kalkspat derb und in verschiedenen nachahmenden Gestalten vor. Die derben Massen, welche insgemein Kalkstein genannt werden, haben häufig körniges bis dichtes oder lockeres, seltener stengeliges bis faseriges oder blätteriges und schaliges Gefüge. Unter den zahlreichen nachahmenden Gestalten sind die kugeligen und die tropfsteinförmigen oder stalaktitischen Gebilde (Zapfen, Röhren) hervorzuheben. — Die Spaltbarkeit des Kalkspats ist sehr vollkommen; er läßt sich parallel zu den Flächen eines bestimmten Rhomboëders sehr leicht spalten, so daß man durch fortgesetztes Spalten immer kleinere Rhomboëder herstellen kann. Die reinsten und schönsten Krystalle und rhomboëdrischen Spaltungsstücke sind ausgezeichnet durchsichtig, vollkommen farblos und vorherrschend glasglänzend, andere sind gewöhnlich durchscheinend bis undurchsichtig, verschieden (grau, gelblich, rötlich, bräunlich, schwärzlich u. s. w.) gefärbt und glasglänzend bis matt. Die durchsichtigen Krystalle und Spaltungsstücke zeigen die merkwürdige Eigenschaft der doppelten Strahlenbrechung in hohem Grade. Wenn man nämlich einen solchen Krystall oder ein Spaltungsstück auf einen auf Papier gezeichneten Punkt legt und das Auge gerade darüber hält, so sieht man den Punkt nicht einfach, sondern doppelt, das eine Bild desselben etwas weniger scharf als das andere, aber doch deutlich genug. Faßt man anstatt des dunklen Punktes auf dem Papier ein in einem das Fenster deckenden Blatt Papier gestochenes Löchelchen oder in einem dunkeln Zimmer eine Kerzenflamme ins Auge, und hält den Kalkspat davor, so sieht man selbstverständlich das Doppelbild des lichten Punktes oder der Flamme. Dreht man nun den Kalkspatkrystall ein wenig hin und her, ohne seine Fläche zu verrücken, so bemerkt man deutlich, daß die beiden Bilder näher zusammenrücken oder sich von einander entfernen, je nach-

dem man den betrachteten Gegenstand der stumpfen oder der scharfen Kante des Krystalls näher brachte. Diese merkwürdige Eigenschaft hat der Kalkspat mit sehr vielen anderen Krystallen im wesentlichen gemein, aber an keinem andern in der Natur vorkommenden oder absichtlich erzeugten Krystall kann sie so deutlich beobachtet werden. Man hat deshalb den farblosen und durchsichtigen Kalkspat mit dem Namen Doppelspat bezeichnet und er ist stets das Mittel geblieben, um die Doppelbrechung der Lichtstrahlen zu beobachten. — Der Kalkspat läßt sich noch mit einem Nagel aus weichem Eisen ritzen, er steht auf der dritten Härtestufe (H = 3). Sein Strichpulver ist immer weiß. Er ist ferner 2,7mal so schwer als Wasser, oder sein spezifisches Gewicht beträgt 2,7 (G = 2,7). Im reinen Zustande besteht er aus 44 Prozent Kohlensäure und 56 Prozent Kalkerde und man bezeichnet ihn als kohlensauren Kalk oder Calciumkarbonat. Sehr gewöhnlich ist aber ein geringer Teil des Calcium durch Magnesium, Eisen, Mangan oder Zink vertreten; auch kommen mechanische Beimengungen, namentlich von Quarzsand, vor, welche die Krystallform nicht gestört haben und den sogenannten krystallisierten Sandstein bilden, wie er von Fontainebleau in Frankreich, von Dürkheim in Rheinbayern, von Sievering bei Wien und von Cappenberg bei Lünen an der Lippe bekannt ist. Will man das Verhalten des Kalkspats vor dem Lötrohr kennen lernen, so ist es gut, denselben erst in einem Probiergläschen zu glühen, weil er in der Hitze meist heftig zerspringt. Er zeigt sich vor dem Lötrohr unschmelzbar. „Hält man ein dünnes Stückchen (womöglich ein Plättchen) vor die Mantelspitze der Lötrohrflamme, so wird der Saum der Flamme gelblich gefärbt; hält man es ins erste Drittel des Mantels (vom Lötrohr an gerechnet), so erscheint der Saum prächtig gelb-rot. Glüht man ein Stückchen 1½ Minuten lang tüchtig vor der Mantelspitze, so leuchtet es sehr stark und schön und verliert seine Kohlensäure (Ätzkalk); legt man es dann auf ein trockenes Glasplättchen, bringt ein Tröpfchen destilliertes Wasser darauf, und dann sogleich rotes Lackmuspapier dazu, so wird dieses blau; übrigens zerfällt das geglühte Stückchen im Wasser und schäumt nicht, wenn es mit Salzsäure benetzt wird. Glüht man ein anderes Stückchen 1½ Minuten tüchtig, legt es kurze Zeit hin, bis es sich kalt anfühlt, und bringt es dann an die feuchte Zunge, so brennt es wie Feuer; es zieht nämlich die Feuchtigkeit der Zunge gierig ein und erhitzt sich dabei. In der Borax- und Phosphorsalzperle lösen sich kleine Stückchen leicht auf und treiben dabei immerfort Blasen. 1/3 Quarz, 1/3 Soda, 1/3 Kalkspat gut gepulvert und gemengt geben auf Kohle vor dem Lötrohr eine schöne, wasserklare Glasperle.

Mit salpetersaurem Kobaltoxydul befeuchtet und dann geglüht, wird Kalkspat grau."

„Gießt man auf reinen oder unreinen Kalkstein, oder auf irgendein Mineral, welches einen Zusatz von kohlensaurer Kalkerde hat, z. B. auf Mergel, Salzsäure, so verbindet sich das Chlor der Salzsäure mit dem Calcium der Kalkerde zu Chlorcalcium, die Kohlensäure wird frei, verfliegt und bringt dabei ein Aufschäumen der aufgegossenen Flüssigkeit hervor. — Gießt man statt Salzsäure Salpetersäure auf, so entsteht salpetersaure Kalkerde, und die Kohlensäure wird unter Aufschäumen ebenfalls flüchtig. — Wendet man Essigsäure an, wie man sie in der Apotheke bekommt, so entfernt sich die Kohlensäure gleichfalls unter Schäumen und man erhält essigsaure Kalkerde. — Nahm man in allen drei Fällen viel Säure und wenig Kalkstein, so scheint dieser zu verschwinden, weil Chlorkalk, salpeter- und essigsaurer Kalk sich in dem bei den Säuren befindlichen Wasser auflöst. — Gießt man auf ein Stückchen Kalkspat etwa zwölfmal so viel mit Wasser mäßig verdünnte Schwefelsäure, so entweicht die Kohlensäure allmählich und es entsteht schwefelsaure Kalkerde (Gips), welche sich dann als Pulver am Boden des Gefäßes zeigt."

„Will man wissen, ob man Kalkspat, oder den ihm sehr ähnlichen Braunspat oder Bitterspat vor sich hat, so verfährt man wie folgt: Man pulvert ein Stückchen des Minerals von der Größe einer halben Erbse, bringt das Pulver in ein Probierglaschen, gießt 2 Theelöffel Wasser und 4 Tropfen Salzsäure zu, kocht alles und gießt nötigenfalls etwas Salzsäure nach, bis sich das Pulver ganz aufgelöst hat. Sollte die Flüssigkeit jetzt nicht ganz klar sein, so wird die Unreinigkeit durch Filtrieren weggeschafft. Nun wird so viel Sauerkleesäure in die Flüssigkeit geworfen, als etwa einer kleinen Erbse gleich kommt, und wenn sie sich aufgelöst hat, werden 6 Tropfen Ammoniak zugegossen. Es entsteht ein starker weißer Niederschlag, indem sich die Sauerkleesäure mit der Kalkerde verbindet, wodurch ein in Wasser unauflöslicher Stoff entsteht. Man entfernt diesen durch Filtrieren, versucht durch neuen Zusatz von Sauerkleesäure und Ammoniak, ob sich noch mehr Niederschlag zeigt, trennt diesen auch durch Filtrieren, und setzt nun so viel Phosphorsalz zu, als etwa einer Erbse gleich kommt. Hat sich dieses aufgelöst, so entsteht, wenn man es mit Kalkspat zu thun hatte, gar kein Niederschlag, denn die Kohlensäure und die Kalkerde, woraus der Kalkspat bestand, sind beide weg. Ist aber noch Talkerde in der Auflösung, so entsteht ein weißer Niederschlag (bestehend aus in Wasser unauflöslicher, phosphorsaurer Ammonium-Talkerde). Je mehr Talkerde der

Braunspat oder Bitterspat enthielt, desto stärker ist dieser Niederschlag."

„Läßt man im Dunkeln das Knallgas-Gebläse gegen ein Stück gebrannten Kalkspat wirken, so giebt dieser beim Glühen ein äußerst glänzendes, weithin sichtbares Licht, das sogenannte Siderallicht oder das Drummondsche Kalklicht."

„Glüht man Kalkspat, der so dicht eingeschlossen ist, daß seine Kohlensäure nicht entweichen kann, so behält er diese, schmilzt und erscheint nach dem Erkalten als krystallinisch-körniger Marmor."

„Reines, von Kohlensäure ganz freies Wasser löst hineingelegten (ungebrannten) Kalkstein kaum merklich auf; enthält aber das Wasser freie Kohlensäure, so ist es imstande, viel Kalkstein aufzulösen; verläßt die Kohlensäure das Wasser wieder, so entsteht ein Niederschlag, welcher aus dem aufgelöst gewesenen Kalkstein besteht; auf diese Weise entstehen die Kalk-Tuffe, Kalk-Tropfsteine und auch der Kalküberzug, der sich in Gefäßen bildet."

„Quellwasser, worin Kalkstein und nebenbei oft auch Talkerde, Gips, etwas Eisen- und Manganoxyd aufgelöst ist, nennt man hart; es setzt, wie schon erwähnt, in Gefäßen eine Steinkruste ab, Hülsenfrüchte kochen sich in ihm nicht weich, beim Waschen wird die Seife zersetzt. Das Meereswasser enthält überall freie Kohlensäure, löst daher Kalkstein auf und enthält dessen so viel, daß die zahllosen Schnecken, Muscheln, Seeigel, Seesterne und Korallen ihren Bedarf an kohlensaurer Kalkerde aus ihm entnehmen können. An manchen Ufern der heißen Zone setzt das Meereswasser so viel Kalksteinmasse ab, daß durch sie der lose Sand zu festem Stein verkittet wird. Auf kalkhaltigem Erdboden nehmen die Schnecken ihren Bedarf aus den daselbst wachsenden Pflanzen, welche die Kalkerde in sich aufgenommen haben; auf Boden, der kalklos ist, wohnen keine Schnecken mit Gehäusen. Die Schalen der Vogeleier bestehen gleichfalls aus kohlensaurem Kalk, den die Vögel teils als in ihrer Nahrung enthalten verschluckt, teils, wie z. B. die Hühner und Sperlinge, an Gebäuden aufgesucht haben."

Die wichtigsten Abänderungen des Kalkspats sind der körnige Kalkstein, der dichte Kalkstein, die Kreide, der Rogenstein, der Kalksinter und der Kalktuff.

Der körnige Kalkstein oder der Marmor ist grobkörnig bis feinkörnig, dem Hutzucker ähnlich. Beim Zerschlagen zeigt er auf der Oberfläche der Stücke viele glänzende Flächen, welche um so kleiner sind, je kleiner das Korn ist und bei großer Kleinheit desselben dem Auge

nur noch durch schwaches Schimmern den körnigen Zustand verraten. Er ist an den Kanten durchscheinend und gewöhnlich weiß, grau-weiß, rötlich-weiß oder gelblich-weiß, seltener grünlich, bläulich oder bräunlich, zuweilen mehrfarbig geflammt und geadert (marmoriert).

Der dichte Kalkstein, vorzugsweise Kalkstein genannt, ist äußerst feinkörnig (was oft erst mit Hilfe des Mikroskops zu erkennen ist), matt, undurchsichtig, gewöhnlich grau, gelblich, bräunlich, rötlich oder schwärzlich gefärbt, seltener gefleckt, gestreift und geadert, und in diesem Falle pflegt man ihn ebenfalls Marmor (bunten Marmor) zu nennen. Man bezeichnet aber auch jeden schönen, dichten Kalkstein, der sich leicht bearbeiten und hübsch polieren läßt, mit dem Namen Marmor (dichter Marmor). Die Künstler benennen ihn gern nach den Farben (oft mit dem Zusatz antico): Marmo bianco (weißer M.), M. nero (schwarzer M.), M. rosso (roter M.), M. verdello (grüner M.), M. giallo (gelber M.). Der Muschelmarmor (Lumachello) ist ein dichter Kalkstein, der zahlreiche Muscheln enthält, die, wenn er geschliffen und poliert wird, schön irisieren. Der Ruinenmarmor zeigt, geschliffen und poliert, dunkle Zeichnungen, die Landschaften mit Ruinen und Felsen darzustellen scheinen. In der Regel ist der dichte Kalkstein durch verschiedene fremde Beimengungen verunreinigt, z. B. durch Thon, wodurch er weicher, durch Quarz, wodurch er härter wird, durch Eisen- und Manganoxyde, wodurch er gefärbt erscheint. Der mit Thon gemengte Kalkstein heißt Mergel, und zwar Kalkmergel, wenn er 20—25 Prozent Thon, Thonmergel, wenn er 25—80 Prozent Thon enthält. Läßt sich der Mergel nach einer Richtung leicht spalten, so wird er als Mergelschiefer bezeichnet. Die Farbe des Mergels ist verschieden. Mit Salzsäure benetzt, braust er mehr oder weniger stark auf, beim Anhauchen giebt er den bekannten Thongeruch. Um zu erfahren, wie viel Prozent Thon der Mergel enthält, wiegt man ein gut getrocknetes Stück ab, pulvert es und übergießt es mit Salzsäure, die durch Wasser verdünnt ist, bis das Mergelpulver nicht mehr schäumt. Alle Kalkerde verbindet sich mit der Salzsäure und löst sich dann im Wasser auf. Filtriert man nun die Flüssigkeit ab, so bleibt der Thon zurück, den man trocknet und wiegt. — Ein thonhaltiger, dichter Kalkstein mit sehr feinem, gleichmäßigem Gefüge und plattenförmiger Absonderung ist der lithographische Stein. Er ist blaßgelblich gefärbt, hat muscheligen Bruch, saugt begierig Fett ein und enthält viele Versteinerungen. Die baum- oder moosförmigen Zeichnungen, die man häufig auf den Platten wahrnehmen kann und welche Ununterrichtete für Pflanzenabdrücke halten, sind durch Ausscheidung von

Metalloxyden (Manganoxyd, Eisenoxyd) aus zufällig in Spalten eingedrungenen Lösungen entstanden und werden Dendriten genannt. — Enthält der Kalkstein so viel Bitumen (Steinöl und Schwefelleber), daß er beim Reiben, Zerschlagen oder Erhitzen einen häßlichen Schwefelwasserstoff entwickelt und beim Glühen einen dem Steinöl ähnlich riechenden Dampf ausstößt und weiß wird, so nennt man ihn Stinkkalk. Durch beigemengte Kohlenteilchen schwarz gefärbter Kalkstein, welcher beim Lösen in Säuren einen Rückstand von Kohle giebt, heißt Anthrakonit.

Die Kreide ist ein erdiger, leicht zerreiblicher und abfärbender (schreibender) Kalkstein. Sie ist im reinsten Zustande schneeweiß, durch eintretenden Gehalt an Thon und Eisenoxyd erscheint sie grau oder gelblich; auch wird sie dadurch härter. Sie besteht in der Hauptsache aus mikroskopisch kleinen, rundlichen Kalkkörperchen und winzigen mikroskopischen Kalkgehäusen von Foraminiferen (einer Abteilung der Rhizopoden oder Wurzelfüßer); doch enthält sie auch zahlreiche Reste von Korallen, Seeigeln, Muscheln und anderen Seetieren, und sehr häufig Feuersteinknollen. Die sogenannte Bergmilch (Bergmehl), die sich als lockerer, staubiger Überzug oder Anflug in Klüften und Höhlen von Kalkgebirgen findet, scheint ein feines Gemenge von Aragonit und kreideähnlichem Kalkspat zu sein.

Der Rogenstein oder der oolithische Kalkstein besteht aus hirsekorngroßen (bis erbsengroßen), rundlichen Kalkkörnern von konzentrisch-schaliger, oft auch strahlig-faseriger Zusammensetzung, welche durch ein thonig-kalkiges (mergeliges) Bindemittel verkittet sind. Er hat einige Ähnlichkeit mit dem Fischrogen — wurde sogar früher für versteinerten Fischrogen gehalten — und ist grau oder gelblich oder braun gefärbt. Die Körner, welche zuweilen anders gefärbt sind als das Bindemittel, umschließen nicht selten einen fremdartigen Körper, ein Sandkörnchen oder ein Muschel-Bruchstückchen, welches den ersten Anstoß zur Bildung des Kornes (zur Ausscheidung desselben aus kalkhaltigem Wasser) gegeben hat. Zum Teil waltet das Bindemittel auf Kosten der Oolithkörner vor, zum Teil tritt es aber auch ganz zurück, so daß sich die Körner gegenseitig berühren.

Der Kalksinter ist eine meist groß- bis kleinblätterige Abänderung des Kalkspats, welche namentlich die Wandungen von Höhlen in Kalkgebirgen als mehr oder weniger dicke Rinde überzieht (Deckensinter) oder in Form von eiszapfenähnlichen Gebilden (Tropfstein) auskleidet. Er scheidet sich aus unterirdisch zirkulierenden kalkhaltigen Gewässern aus, wenn diese auf Höhlen treffen und das Wasser verdunstet, oder die darin enthaltene Kohlensäure durch die atmosphärische Luft verdrängt wird.

Fließt das kalkhaltige Wasser reichlich und breitet es sich auf den Wandungen der Höhle aus, so entstehen rindenartige und andere, oft sonderbar gestaltete Überzüge, tropft es aber langsam von der Decke der Höhle herab, so daß sich, ehe der Tropfen fällt, ein Teil des Kalkspates ausscheidet, so entstehen eiszapfenähnliche Gebilde, welche von der Decke herabhängen und anfangs sehr klein sind, im Laufe der Zeit sich aber immer mehr vergrößern, die Stalaktiten. Haben die herabfallenden Tropfen noch einen Rest von kohlensaurem Kalk, der sich beim Auffallen derselben ausscheidet, so entstehen unter den Stalaktiten entsprechende Zapfen am Boden der Höhle, die Stalagmiten. Die Stalagmiten wachsen allmählich in die Höhe, also den Stalaktiten entgegen, bis sie sich zuweilen mit diesen vereinigen und dann Kalksinterſäulen (Orgeln) bilden. Der Kalksinter ist meist schneeweiß, gelblich oder grau gefärbt.

Der Kalktuff ist ein poröser (röhriger, löcheriger, schwammiger), dichter bis erdiger Kalkstein, welcher oft Pflanzenreste (Stengel, Äste, Blätter, Moose, Characeen) einschließt und zahlreiche Reste von Muscheln, Schnecken und anderen Tieren enthält. Die Röhren, von welchen er vielfach durchzogen ist, rühren meist von eingeschlossenen (inkrustierten) und später zerstörten Pflanzenstengeln her. Seine Farbe ist gelblich oder gelblich-braun. Er sondert sich aus kalkhaltigen Tagewässern (Quellen, Bächen, Flüssen) ab, ist anfangs weich und zerreiblich, erhärtet aber allmählich an der Luft, wenn er austrocknet. Die ausgedehnten Kalktuff-Ablagerungen in Italien werden Travertin genannt.

Wie schon bemerkt, gehört der Kalkspat zu den verbreitetsten Mineralien. Wir müssen uns daher darauf beschränken, nur die bemerkenswertesten Fundorte für die wichtigeren Abänderungen anzugeben.

Schöne Kalkspatkrystalle kommen bei Clausthal und Andreasberg am Harz, bei Freiberg, Schneeberg, Annaberg, Niederrabenstein bei Chemnitz, Tharand, Maxen in Sachsen, bei Wiesloch in Baden, Oberstein im Fürstentum Birkenfeld, bei Przibram in Böhmen, Hüttenberg und Bleiberg in Kärnten, am St. Gotthard, bei Alston Moore in Cumberland vor. Die größten und schönsten Stücke von Doppelspat kommen von der Insel Island. Er findet sich dort im nordwestlichen Teile der Insel und erfüllt als gleichartige Masse große Hohlräume eines in Zersetzung begriffenen kalkhaltigen Gesteins in ähnlicher Weise, wie kleine mandelförmige Höhlungen in mancherlei Gesteinen anderer Länder.

Sehr schöner weißer Marmor wird in der Apuanischen Gebirgsgruppe in Oberitalien bei den Städten Carrara, Massa und Serravezza, bei Baveno am Lago maggiore, am Pentelikon und am Hymettus bei Athen,

auf der griechischen Insel Paros, wie auch bei Schlanders in Tirol und an einigen anderen Orten in den Alpen gefunden. In Deutschland tritt Marmor bei Crottendorf bei Scheibenberg, am Fürstenberge bei Schwarzenberg, bei Miltitz und Munzig bei Meißen in Sachsen, bei Wunsiedel im Fichtelgebirge, bei Auerbach an der Bergstraße, am Kaiserstuhl im Breisgau auf. Merkwürdigerweise findet er sich auch unter den Auswürflingen des Vesuv.

Der dichte Kalkstein, der teils nach seinen Fundorten, teils nach der Entstehung, nach seinen Eigenschaften und nach seiner Anwendung die verschiedenartigsten Namen erhalten hat, ist unter den Abänderungen des Kalkspats am weitesten verbreitet. Er bildet nicht nur mächtige Lager, sondern ganze Gebirgszüge, die bald wall- oder mauerförmig sich aus ihrer Umgebung erheben, bald riesige Zacken, Kegel, Säulen, Hörner und Klippen tragen. Bedeutende Kalklager sind im südlichen England, in Nord-Frankreich, in den östlichen Alpen, im Gebiete des deutschen und Schweizer Jura, in den Provinzen Sachsen, Westfalen, Rheinland, Hessen-Nassau, in Oberschlesien (Gogolin, oberhalb Oppeln). Auch in der Nähe Berlins befindet sich ein bedeutendes Kalklager, das teilweise der Stadt Berlin gehört und seit Jahrhunderten ausgebeutet wird: die Rüdersdorfer Kalkberge, welche durchschnittlich jährlich mehr als 300 000 cbm (das sind über 10 000 000 Zentner) Ausbeute gewähren. Schöner marmorierter dichter Kalkstein (bunter Marmor) kommt bei Rübeland im Harz, beim Fürstenbrunnen am Fuße des Untersberges bei Salzburg, bei Mons in Belgien vor, Muschelmarmor bei Bleiberg in Kärnten, Ammonitenmarmor bei Hallstatt im Salzkammergut, Ruinenmarmor im Arnothal bei Florenz (Florentiner Ruinenmarmor). Der lithographische Stein (Plattenkalk) wird bei Solnhofen unweit Eichstädt in Bayern in unzähligen Brüchen ausgebeutet. Der Stinkkalk begleitet nicht selten den Gips, wie z. B. am südlichen Harzrande, am Deister. Der Anthrakonit bildet Lager und Gänge bei Andreasberg im Harz, bei Salzburg, bei Namur in Belgien.

Die Kreide bildet beträchtliche Lager im südöstlichen England, im nordwestlichen Frankreich, auf den dänischen Inseln, auf der Insel Kreta (Kreideinsel), in Deutschland auf der Insel Rügen (Stubbenkammer, Arkona).

Die Kalktuffablagerungen treten hauptsächlich in den Thalgebieten der aus Kalksteingebirgen hervortretenden Quellen, Bäche und Flüsse auf. Die großartigsten Kalktuffablagerungen sind die Travertinbildungen bei Tivoli unweit Rom, welche der aus der kalkreichen Kette der Apenninen

kommende Anio abgelagert hat und die 100 bis 150 m Mächtigkeit besitzen. In Deutschland finden wir Kalktuffablagerungen bei Cannstadt (15—20 m mächtig), Neckarelz, zwischen Gräfentonna und Burgtonna im Herzogtum Gotha, bei Weimar, Langensalza, bei Wöllnitz bei Jena, im Tribischthal bei Meißen.

Die größten und merkwürdigsten Kalksintergebilde (Tropfsteine) enthalten die Baumanns- und Bielshöhle am Harz, die Sophienhöhle in der fränkischen Schweiz, die Sundwicher- und Dechenhöhle bei Iserlohn in Westfalen, die Adelsberger Grotte bei Triest, die Mammuthöhle in Kentucky.

Oolithische Bildungen oder Bogensteinbildungen treten bei Goslar und Hildesheim, bei Braunschweig, Mansfeld, Bernburg, in den Alpen, in Ungarn und England auf.

Sowie die Formen des Kalkspates höchst mannigfaltig und seine Verbreitung eine sehr ausgedehnte ist, so ist auch seine Verwendung eine sehr ausgedehnte und mannigfaltige.

Der Doppelspat von Island gab schon im Jahre 1669 dem Physiker Bartholin Gelegenheit zur Entdeckung jener merkwürdigen, allen nicht tesseralen Krystallen zukommenden Eigenschaft, der doppelten Strahlenbrechung. Zuerst von Huygens, dann von vielen anderen Physikern weiter verfolgt, wurde diese Entdeckung zum Ausgangspunkt aller Forschungen über die Natur der Krystalle und der isländische Doppelspat zugleich eins der wesentlichsten Mittel zur Untersuchung des Lichtes. Er dient zu verschiedenen optischen Instrumenten.

Der einfarbige weiße Marmor dient seit den ältesten Zeiten zu Bauten und Bildhauerarbeiten der verschiedensten Art (Statuen, Monumenten, Vasen, architektonischen Verzierungen). Der carrarische Marmor übertrifft an Weiße, Fleckenlosigkeit, Gleichmäßigkeit und Härte des Korns alle bekannten Marmorarten. Schon die alten Römer kannten und schätzten die Marmorbrüche von Carrara, die sie Lapicidinae lunenses nannten, weil dort die Stadt Luna lag. Aus lunensischem Marmor bauten sie z. B. das Pantheon, die Trajanssäule, den Triumphbogen des Septimius Severus. Auch die berühmte, im Belvedere aufbewahrte Bildsäule des Apollo ist aus lunensischem Marmor gefertigt. Durch oft wiederholte feindliche Einfälle barbarischer Völker aber kamen die Steinbrüche zeitweilig in Verfall, wie das Bedürfnis nach ihren Erzeugnissen zu Zeiten unterdrückt wurde. Seit dem 11. Jahrhundert jedoch, zu welcher Zeit namentlich Pisa für seine Prachtbauten, den Dom, den schiefen Turm, den Campo Santo, carrarischen Marmor in großen

Massen bezog, hat ihre Bearbeitung keine Unterbrechung mehr erlitten. Späterhin ward Frankreich (Paris und Versailles) ein guter Abnehmer. Der Stein ging damals die Rhone hinauf und erreichte Paris durch Vermittelung der Saone, auf welche man in Lyon überging, und der Kanäle, welche die Verbindung mit der Seine herstellten. Diese Reise soll bisweilen zwei Jahre gedauert haben. Heute fährt man durch die Meerenge von Gibraltar, und über Rouen dauert der Transport nur zwei Monate. — Das Marmorlager liegt etwa 1 Meile vom Seestrande entfernt, umfaßt mehrere Quadratmeilen, beschäftigt in mehreren hundert Brüchen gegen 6000 Personen und gewährt jährlich eine Ausbeute von 150 000 Tonnen Marmor im Werte von 13 Millionen Lire. Die Brüche blitzen und glitzern im Sonnenschein und zwischen ihnen erheben sich zerrissene und unzugängliche Felsspitzen. Ganz Carrara, aus weißem Marmor erbaut, ist eine große Marmorstätte. Fremde Künstler wohnen und arbeiten hier in großer Menge; andere lassen sich die rohen, nach ihrer Vorschrift zugerichteten Blöcke nach Florenz, Rom oder an einen andern Ort bringen, wo sie ihre Werkstatt aufgeschlagen haben. Neben den Schöpfungen des Genies, die man in Carrara unter dem Meißel entstehen sehen kann, werden eine Menge Bildwerke, Statuen Büsten, Reliefs u. s. w. erzeugt, die, wenn sie auch nur Nachahmungen sind und fast fabrikmäßig hergestellt werden, dennoch nicht eines gewissen Kunstwertes ermangeln. Man kann hier den ganzen Olymp zentnerweise kaufen und findet Herkules-, Dianen-, Bacchus-, Antinous- und Venusstatuen in allen Größen, in allen möglichen Auffassungen und nach allen berühmten Künstlern, die sich durch diese Vorwürfe einen Namen gemacht haben. Fast jeder Mensch ist hier ein Mann des Meißels, und wer nicht Schöpfungen des eignen Genies hervorzubringen vermag, der arbeitet in Nachahmungen; und wem das Geheimnis der menschlichen Gestalt nicht aufgegangen ist, der bringt Ornamente hervor, oder er liefert Steinmetzarbeiten oder bricht wenigstens das Material dazu aus dem höher gelegenen Gebirge. — Die Hauptniederlagen des carrarischen Marmors befinden sich zu Genua, Livorno und Marseille, wohin die Steine verschifft werden. In der zuletzt genannten Stadt giebt es große Etablissements, in welchen der Stein bearbeitet, gesägt und poliert wird, und man verarbeitet daselbst auch noch Marmor aus Frankreich, Algier, Belgien u. s. w. zu Pendulen, Vasen, Kaminen, Kandelabern und dergleichen Gegenständen. Ungewöhnlich große, ganz fehlerfreie Marmorblöcke haben einen sehr hohen Preis: die beiden Blöcke zu den berühmten zwei Pferdegruppen in Marly hatten je 400 Kubikfuß Inhalt; ihr Preis

war 32 000 Francs. Die Waterloo-Vase, welche im Jahre 1836 in die Nationalgallerie auf dem Trafalgar-Platze zu London gebracht wurde, hat eine Höhe von 16 Fuß und einen Durchmesser von 10 Fuß und ist ebenfalls aus carrarischem Marmor gearbeitet. Der Block, aus dem die Statue des Dante für Florenz gemeißelt worden ist, hatte eine Gewicht von 80 000 kg oder 1600 Zentnern. — Der parische Marmor von der Insel Paros, welche zu Dreiviertel aus Marmor, im übrigen aus Gneiß und Glimmerschiefer besteht, lieferte vorzugsweise den Künstlern der Alten das Material; gegenwärtig wird jedoch hier kein Marmor mehr gebrochen. — Berühmt waren ferner die Marmorbrüche am Pentelikon und am Hymettus. „Aus dem schönen, weißen Marmor des attischen Berges Pentelikon", sagt der in Athen wohnende Prof. Dr. H. Landerer, „wurden in Athen das kolossale Parthenon, die Propyläen, das Erechtheum, die anderen Tempel der Akropolis, der Tempel des Theseus, die verschiedenen Tempel und Monumente des Agrippa, des Lysikrates, der Tempel der Winde, der riesenhafte Tempel des Zeus Olympios und das Thor des Hadrian erbaut. Noch jetzt sieht man Spuren von alten Schleifbahnen, auf welchen Blöcke von 400—500 Zentner, wie man sie auf der Akropolis, in den Propyläen und im Parthenon findet, weggeschafft wurden." Der Pentelikon erhebt sich zu etwa 4000 Fuß Meereshöhe; sein Fuß besteht aus Glimmerschiefer, Chloritschiefer, Urthonschiefer, der obere Teil aus körnig-schiefrigem Marmor, in welchem sich Steinbruch an Steinbruch reiht. In den gewaltigen Wänden der Brüche sieht man noch jetzt die Umrisse von Tempeln, welche in uralter Zeit dort eingehauen oder auch nur eingeritzt wurden. Die Marmorlager des Hymettus ruhen ebenfalls auf krystallinischen Schiefern und haben das Material zu verschiedenen Bauten im Altertume geliefert. Auch einige der erhabensten Andachtsstätten der christlichen Welt sind mit hymettischem Marmor geschmückt. So wurden z. B. jene 42 hohen Säulen, welche das Hauptschiff der großen Patriarchalkirche S. Maria maggiore zu Rom tragen, am Hymettus gebrochen. Von den gefärbten, körnigen Marmorarten ist der Zwiebelmarmor (Cipollin) von Euböa (Negroponte) berühmt. Lagen eines glimmerähnlichen Minerals, welche sich (Zwiebelhäuten ähnlich) durch den Marmor ziehen, boten Veranlassung zu seinem Namen. Seine Fundstätte liegt am südöstlichen Ende der Insel, unweit der Stadt Karystos, über welcher sich der Berg Oka (jetzt St. Elias) erhebt. Aus dem Marmorbruche von Karystos stammen die prachtvollen 14 m hohen Säulen des Tempels des Antonin und der Faustina am Forum Romanum.

Der dichte Kalkstein ist ein vorzüglicher Bau- und Pflasterstein. Als Baustein wird er sowohl behauen als auch unbehauen von jeher sehr gern verwendet. So sind z. B. die berühmten Pyramiden von Gizeh aus 3—4 Fuß hohen Kalksteinquadern (Nummulitenkalk) gebaut; ebenso besteht der Ammonstempel und die 65 Pariser Fuß hohe Sphinx bei Gizeh aus demselben Kalkstein. Die Sphinx ist nach Russegger aus einem einzigen Felsen gehauen, von dem man jedenfalls das Übrige zum Pyramidenbau verwendet hat. Die kolossalen Ruinen des alten Heliopolis (jetzt Baalbek) in Syrien bestehen der Hauptmasse nach aus einem dichten, festen, gelblich-weißen Kalkstein, der, wie Russegger meint, der Kreide nahe steht. Der berühmte Reisende fand dort in einem ungeheuren Fundamentbaue der Akropolis einzelne Quadern von 65 Wiener Fuß Länge, 16 Fuß Breite und 13 Fuß Höhe, deren Gewicht er auf 12000 Zentner schätzt. Diese Bausteine wurden aus der Nähe der Stadt vom Antilibanon geholt. Nach den schon behauenen Riesenquadern, die noch in den alten Steinbrüchen liegen, zu schließen, bearbeitete man die einzelnen Quadern erst von oben, dann von den vier Seiten; endlich hieb man den Stein auch von unten los und legte, so wie die Höhlung unter ihm vorrückte, Walzen unter. Offenbar geschah auch der Transport auf diesen Walzen, welche von Ochsen gezogen wurden. — Die monumentale Pracht des Napoleonischen Paris würde sich kaum haben entfalten können, wenn sich nicht in der Umgegend von Paris weithin erstreckende Ablagerungen von Süßwasserkalk vorfänden, deren horizontale Schichtung das Herausarbeiten großer regelmäßiger Blöcke und Platten gestattete. Die in das weiche Gestein getriebenen Stollen lassen sich in demselben Niveau straßenartig nach allen Richtungen weiter führen. Die Berge um Paris sind in dieser Weise oft meilenweit durchfahren und haben während des letzten Krieges häufig die Besitztümer der geflüchteten Bewohner zu bergen gehabt. Auch in Wien sind der größte Teil der Stephanskirche, das Burgthor, der Theseustempel und andere öffentliche Gebäude aus Kalkstein aufgeführt, den man dort auch zu Treppenstufen, zum Belegen des Bodens in Vorhäusern, Kirchen, zu Denksteinen u. s. w. allenthalben gebraucht. — Die härteren und polierbaren Abänderungen des dichten Kalksteins, der sogenannte dichte Marmor, wie auch der bunte Marmor, dienen zu architektonischen Verzierungen, zu Tischplatten, Altarblättern, sowie zu verschiedenen Luxusgegenständen (Vasen, Urnen, Leuchtern, Dosen u. dgl.). — Der dichte Kalkstein dient ferner als Zuschlag beim Eisenschmelzen und zur Bereitung des Mörtels. Zu letzterm Zwecke wird er in sogenannten Kalköfen im großen ge-

brannt, d. h. man erhitzt ihn bis zur Weißglühhitze und treibt so die Kohlensäure (und das Wasser, welches er im Freien eingesogen hat) aus ihm heraus. Er wird dadurch mürbe, fast um die Hälfte leichter und heißt nun Kalkerde (Calciumoxyd), gebrannter Kalk oder Ätzkalk (weil er die Haut ätzt). Beim Liegen an der Luft nimmt der Ätzkalk daraus Wasser und Kohlensäure auf und zerfällt zu einer lockern, trockenen Masse, welche beim Benetzen mit Salzsäure (durch die entweichende Kohlensäure) wieder aufbraust. Wird der gebrannte Kalk nach dem Erkalten mit Wasser übergossen (gelöscht) so saugt er dasselbe begierig auf, erhitzt sich dabei stark, bläht sich auf und zerfällt schließlich zu einem schneeweißen, lockern, trockenen Pulver, in Kalkhydrat (Calciumoxydhydrat) oder gelöschten Kalk. Wird der gelöschte Kalk mit wenig Wasser angerührt, so erzeugt er eine weiße teigige Masse, den Kalkbrei, mit mehr Wasser eine weiße, milchähnliche Flüssigkeit, die Kalkmilch, mit noch mehr Wasser (mit der 700fachen Wassermenge, oder wenn man Kalkmilch filtriert) das Kalkwasser; letzteres bildet eine klare Flüssigkeit, welche in gut verschlossenen Gefäßen aufbewahrt werden muß, weil sie aus der Luft Kohlensäure aufnimmt und sich (durch unlöslich ausscheidenden kohlensauren Kalk) milchig trübt. Der gebrannte Kalk wird schwach gelöscht oder ungelöscht vom Seifensieder gebraucht, um der Potasche oder Soda die Kohlensäure zu entziehen; er dient in der Gerberei zum Enthaaren der Felle, in der Färberei zur Bereitung der Indigofarbe, ferner zur Bereitung des Chlorkalks, zum Reinigen des Leuchtgases in den Gasfabriken, als Zusatz zur Glasmasse und zum Düngen des Bodens. Der gelöschte Kalk wird hauptsächlich zur Bereitung von Mörtel verwendet. Der Mörtel besteht aus Kalkbrei und Quarzsand. Er wird vom Maurer zwischen Steine gestrichen, welche er verkitten soll, und indem er Kohlensäure aus der Luft anzieht, welche sich mit dem Kalkhydrat (gelöschtem Kalk) unter Austreibung von Wasser zu kohlensaurem Kalk vereinigt, erhärtet er. Die Erhärtung setzt sich jahre-, bei dicken Mauern jahrzehntelang fort und wird um so vollständiger, je länger das Gemäuer steht. Der Mörtel erhärtet auch nicht nur an und für sich, sondern legt sich dabei zugleich an die Steine, deren Zwischenlage er abgiebt, so fest an, daß beim Zertrümmern alten Mauerwerks durch einen Schlag nicht die Mörtelmasse von den verkitteten Steinen abspringt, sondern daß gewöhnlich die Steine selbst zersplittern. Das zeigen am besten die Mauerwerke, welche die Natur vor Millionen von Jahren in der Nagelflue, dem Gestein, woraus der Rigi und andere Berge der Schweiz bestehen, aufgebaut hat. Diese Nagelflue ist nichts

anderes als ein aus verschiedenen abgerundeten Gesteinstrümmern, welche durch Kalkmörtel verkittet sind, bestehendes Gestein. Wird durch einen wuchtigen Schlag ein Stück Nagelflue zertrümmert, so löst sich selten der Mörtel von den Steinen, die er verbindet, ab; in der Regel bleiben beide fest verbunden, aber die verkitteten Steine gehen in Stücken. Daß alte Mauerwerke, die z. B. aus der Römerzeit oder aus dem Mittelalter stammen, viel größere Festigkeit haben, als unsere Neubauten, rührt ebenso nicht daher, daß man früher einen bessern Mörtel als gegenwärtig zu bereiten verstanden hätte, sondern ist die natürliche Folge der längern Dauer der Einwirkung der Kohlensäure. — Wird ein thonhaltiger Kalkstein (*hydraulischer Kalk*, d. h. Mergel mit 10—30 Prozent Thon) gebrannt, nach dem Brennen gepulvert, und mit Wasser zu Brei angerührt, so erhält man einen Mörtel, der schnell wie Gips erstarrt, und um so härter wird, je länger er mit Wasser in Berührung bleibt. Er ist besonders zu Wasserbauten, d. h. zum Zusammenfügen von Steinen geeignet, welche fortwährend von Wasser bespült werden, oder vom Wasser bedeckt bleiben. Um die Verkittung zu befördern, wird auch dem gebrannten und gepulverten Kalkstein vor dem Anrühren mit Wasser noch Quarzsand beigemischt. Dieser Mörtel wird zum Unterschiede von dem gewöhnlichen Mörtel oder *Luftmörtel*, welcher im Wasser erweicht und erst durch Aufnahme der Kohlensäure der Luft erhärtet, *Wassermörtel*, *hydraulischer Mörtel* oder *Zement* genannt. Der Wassermörtel läßt sich auch künstlich darstellen, indem man gepulverten reinen Ätzkalk mit gepulverten Mineralien und Kunstprodukten, die Kieselsäure und Thonerde in der erforderlichen Menge enthalten und der Glühhitze ausgesetzt waren, wie Bimsstein, Traß, Puzzolan, Ziegelmehl, Schlacken u. s. w. mischt. — Die Kalkmilch dient zum Klären des Zuckers, zum Übertünchen oder Weißen der Zimmer (wozu man indes auch Kreide und in der Schweiz die Montmilch gebraucht). Das Kalkwasser wird zur Nachweisung selbst kleiner Mengen von Kohlensäure in anderen Gasen, z. B. in der atmosphärischen Luft, im Leuchtgas benutzt. — Aus einem dichten Kalkstein, der sich leicht in kleine viereckige Stücke schlagen läßt, werden in besonderen Mühlen, den sogenannten Marmormühlen oder Schussermühlen des östlichen Thüringer Waldes (z. B. bei Steinach zwischen Sonneberg und Wallendorf) jährlich Millionen von kleineren und größeren Kugeln, *Marmel*, *Schusser* oder *Glücker* genannt, geschliffen. Diese Kugeln, die man auch poliert und verschieden färbt, werden sogar in großer Menge nach anderen Erdteilen ausgeführt und ihre Anfertigung bildet einen keineswegs unbedeuten-

den Industriezweig. Ähnliche Marmormühlen findet man auch bei Salzburg am Fuße des Untersberges. — Der lithographische Stein (Plattenkalk) von Solnhofen in Bayern wird zum Steindruck oder zur Lithographie benutzt. Diese Kunst besteht darin, daß man mittels fettiger Kreide oder Tinte oder durch Gravieren eine Zeichnung oder Schrift auf den Stein entwirft, die, mit Farbe versehen, mittels einer Presse abgedruckt und vervielfältigt werden kann. Trotz aller Mühe, die man sich anderwärts gegeben hat, einen Stein zu finden oder ein Kunstprodukt zu liefern, das ebenso tauglich wäre — die Société d'encouragement in Frankreich hat zu wiederholten Malen sehr bedeutende Preise dafür ausgesetzt — ist es nicht gelungen, die Solnhofer Kalksteine zu ersetzen; sie werden daher nach allen Weltgegenden versendet. Übrigens dienen nur die reinsten Stücke von durchaus dichter und gleichartiger Beschaffenheit zum Steindruck; viele Platten werden als Tischplatten, zum Belegen von Hausfluren und als Dachziegel benutzt; zu letzterm Zwecke spaltet man den Kalkstein bis zur gehörigen Dicke, teilt ihn so, daß er die Länge und Breite eines Dachziegels hat, ritzt dessen Umrisse darauf und nimmt mit der Kneipzange alles darüber Hinausragende weg, bohrt darauf ein Loch in die fertigen Ziegel und hängt sie an diesem auf einen kopflosen Dachnagel. Die Lithographie wurde um das Jahr 1795 von Aloys Senefelder in München erfunden.

Die Kreide dient vorzüglich zur Bereitung von Malerfarben, Spanisch-, Wiener- und Däniſchweiß), zum Kreidegrund beim Malen, Lackieren und Vergolden hölzerner Verzierungen, zum Schreiben, als Putz- und Poliermittel für Metallwaren, als Zusatz zu Kitt, Glasmasse und Zement, zur Herstellung von Glaceepapier. Viele Kreide ist von Natur zum Schreiben zu hart, sie wird deshalb erst gemahlen, geschlemmt und dann wieder in Formen gepreßt. Die Pariser Schneiderkreide besteht aus feinster Schlemmkreide, die in geschmolzenes Wachs eingerührt worden ist. Endlich wird die Kreide auch (wie der Marmor und Magnesit) zur Darstellung von Kohlensäure benutzt.

Der Kalktuff findet vielfach als Baustein Anwendung, da er leicht und vorzüglich trocken ist, die Wärme schlecht leitet und sich leicht bearbeiten läßt. Der Travertin in Italien lieferte das Material für neuere und ältere Prachtgebäude; so sind das Kolosseum und die meisten antiken Bauwerke Roms, sowie die Peterskirche und deren Kolonnaden und die meisten Paläste des jetzigen Rom aus demselben erbaut. Der Kalktuff von Gräfentonna wird nicht selten auch zur Anlage künstlicher

Grotten und zu künstlichen Felsen in Gärten und Aquarien verwendet. — Höchst merkwürdig ist die gewaltige Masse von Kalksinter, welche sich im Laufe der Jahrhunderte in der ungeheuren, von den Römern aus Trier nach Köln geführten, in die Erde gemauerten Wasserleitung abgesetzt hat. Er bildet einen schön gestreiften, sehr dauerhaften und politurfähigen Stein, der schon von Karl dem Großen und nach ihm von vielen anderen zu Bauten, namentlich der Schlösser und Kirchen, benutzt worden ist. — Auch der Rogenstein wird vielfach als Baustein benutzt.

Der **Aragonit** ist ein dem Kalkspat sehr ähnliches Mineral, das wie dieser aus kohlensaurem Kalk (oder Calciumkarbonat) besteht; er unterscheidet sich aber von demselben durch seine Kryställform, die Art der Spaltbarkeit, größere Härte und größeres Gewicht, sowie durch sein Verhalten beim Erhitzen im Glaskölbchen. Seine Krystalle gehören dem rhombischen System an und stellen nicht selten lange, sechsseitige Säulen dar, die am Ende durch zwei Flächen dachförmig zugeschärft sind; mitunter kommen auch spitzpyramidale bis spießförmige Krystalle vor. In der Regel sind je zwei, drei, vier oder sechs Krystalle zu Zwillingen, Drillingen, Vierlingen oder Sechslingen in der Weise mit einander verwachsen, daß je zwei Krystalle mit einer Fläche der rhombischen Säule zusammengewachsen sind, sonst aber umgekehrt an einander liegen. Die Krystalle sind einzeln eingewachsen oder zu Drusen vereinigt, aber noch häufiger zu stengeligen oder faserigen Massen verbunden, in denen die Stengel oder Fasern teils parallel neben einander, oder strahlig um einen Mittelpunkt liegen.

Die wichtigsten Formabänderungen des Aragonit sind der Sprudelstein, der Erbsenstein und die Eisenblüte. Der Sprudelstein (Aragonitsinter) bildet plattenförmige Schichten von bandartig gestreifter Zeichnung oder dünne, krustenförmige Überzüge von gelbbrauner oder rot-brauner Färbung. Der Erbsenstein besteht aus etwa erbsengroßen, leicht verkitteten Kugeln von konzentrisch-schaliger Struktur, deren Schalen selbst wieder faserig zusammengesetzt sind. Die Eisenblüte erscheint in korallenartigen, verschieden verzweigten und gekrümmten, stengeligen Formen von schneeweißer Farbe.

Der Aragonit ist farblos, nicht selten aber auch gelblich-weiß bis weingelb und anders gefärbt, nur schwierig nach den Säulenflächen spaltbar, etwas härter als Kalkspat ($H = 3{,}5 — 4$) und etwa 3 mal so schwer als Wasser ($G = 2{,}8 — 3$). Im Glaskölbchen erhitzt, schwillt er an und zerfällt zu einem weißen, körnigen oder spießigen Pulver, welches, in der Pincette geglüht, die Weingeistflamme karminrot färbt, wenn der Aragonit

etwas Strontian enthält. Auf der Kohle erhitzt, wird er zu Ätzkalk; in Salzsäure und Salpetersäure ist er leicht und unter Aufbrausen löslich.

Schöne Krystalle dieses Minerals findet man bei Molina und an anderen Orten in Aragonien (daher der Name), bei Leogang in Salzburg und Herrengrund in Ungarn (sechsseitige kurze Säulen und Vierlinge), im Basalt bei Horschenz unweit Bilin in Böhmen (Krystalle von weingelber Farbe). Die spießigen Abänderungen kommen besonders auf Kalksteinlagern (Heidelbach und Drehbach bei Wolkenstein in Sachsen) und Brauneisenerzlagern bei Iberg und Zorge am Harz, bei Kamsdorf und Saalfeld am Thüringer Walde, bei Annaberg im Erzgebirge vor. Die Eisenblüte kommt am schönsten in den sogenannten Schatzkammern, kleinen Höhlen im Erzberge zu Eisenerz in Steiermark vor. Der Sprudelstein ist ein Produkt gewisser heißer Quellen, besonders des Sprudels in Karlsbad. Gegenstände, welche einige Zeit in dem Abfluß solcher Quellen gelegen haben, überziehen sich mit einer Kruste dieses Minerals. Auch der Erbsenstein entsteht in ähnlichen Gewässern. Winzige Sandkörnchen, welche im Wasser herumwirbeln, werden von Aragonitmasse, die das Wasser aufgelöst enthält, überzogen, bis sie größer und schwerer werden, sich zu Boden senken und durch neuen Absatz von Aragonit verkittet werden. Er wird gleichfalls bei Karlsbad gefunden.

Wo der Aragonit in großer Menge vorkommt, wird er wie der Kalkspat verwendet. Der Sprudelstein und der Erbsenstein werden zu kleinen Ornamenten, Vasen, Urnen, Leuchtern, Schmuckkästen u. dgl. verwendet. Die Sprudelsteinabsätze benutzt man in Karlsbad zu Inkrustierungen (Überkrustungen) von Blumensträußchen, Kornähren, Körbchen, die man in den Strudel legt, sowie in neuester Zeit zu sehr gelungenen Abdrücken von Münzen und Medaillen.

Die älteren Mineralogen wurden in nicht geringe Verwunderung gesetzt, als der Chemiker **Klaproth** in dem Aragonit im Gips von Aragonien lediglich nichts als kohlensauren Kalk nachwies. Bis weit in unser Jahrhundert herein glaubte man, es müsse noch irgend ein anderer Stoff darin versteckt sein, der die verschiedene Form bedinge, allein alle Vermutungen haben sich als Täuschung erwiesen; der kohlensaure Kalk ist eben dimorph. Auf Grund von Versuchen nimmt man an, daß sich der Aragonit aus Lösungen, die eine Temperatur von mehr als 30° C. haben, der Kalkspat aber aus minder warmen Lösungen abscheidet. Der Sprudelstein von Karlsbad, der selbst in dickeren Fasern keine Spur von Spaltbarkeit zeigt, und die Aragonitkrystalle, die in Blasenräumen und

Klüften vulkanischer Gesteine (des Basalt, Melaphyr, der Laven), die einst warm waren, vorkommen, stützen diese Annahme.

Der **Braunspat** (Dolomit, Rautenspat) ist gewöhnlich grob- bis feinkörnig oder dicht, doch kommen in Druſenräumen auch Krystalle und zwar kleine Rhomboëder vor, welche an ihren Endkanten einen Winkel von 106° 15′ zeigen. Bei dem Bitterspat, der ebenfalls in Rhomboëdern krystallisiert, beträgt der Endkantenwinkel 107° 25′, bei dem Grundrhomboëder des Kalkspat 105° 8′. Wir haben hier demnach einen der seltenen Fälle, wo man aus den Winkeln des Krystalls auf die Zusammensetzung und umgekehrt schließen kann. Der Braunspat ist nach dem Rhomboëder spaltbar, aber nicht so vollkommen wie der Kalkspat; er ist meist licht gefärbt (gelblich, rötlich, graulich, weiß, aber zuweilen auch farblos), glas- oder perlmutterglänzend und durchscheinend (durchsichtig bis undurchsichtig). Vom Kalkspat, mit dem er oft große Ähnlichkeit hat, unterscheidet er sich durch größere Härte (H = 3,5—4,5) und höheres Gewicht (G = 2,8—2,9) und durch sein Verhalten gegen Säuren.

Hinsichtlich seiner chemischen Zusammensetzung ist der Dolomit ein Gemenge von kohlensaurem Kalk (54,35 Prozent) und kohlensaurer Magnesia (45,65 Prozent); in der Regel enthält er aber noch etwas Eisenkarbonat (und nicht selten ein wenig Mangankarbonat), weshalb er sich bei der Verwitterung braun färbt (Braunspat). Vor dem Lötrohr ist er unschmelzbar; als Pulver auf Platinblech erhitzt, schwillt er etwas an, ohne sich aber weiter zu verändern. Mit Salzsäure benetzt, braust er meist gar nicht oder sehr wenig auf; wird er aber gepulvert und mit Salzsäure erwärmt, dann löst er sich allmählich und unter schwachem Aufbrausen vollständig auf. Behandelt man (nach Senf) Braunspat unter Mitwirkung der Wärme mit etwas konzentrierter Schwefelsäure, so wandelt er sich langsam unter Aufbrausen in Gips und schwefelsaure Magnesia um. Übergießt man den hierdurch erhaltenen Niederschlag mit Alkohol, so löst derselbe die schwefelsaure Magnesia auf, während der Gips ungelöst bleibt. Filtriert man endlich ab, so bleibt im Filter der Gips, während schwefelsaure Magnesia abfließt und bei einiger Verdunstung ihres Lösemittels in Krystallnadeln sich ausscheidet. — Der Braunspat oder Dolomit ist ein sehr verbreitetes Mineral, das ganze Gebirgsmassen bildet, z. B. in der Umgebung des Schlosses Altenstein und Liebenstein in Thüringen, in der Umgebung von Muggendorf in der fränkischen Schweiz, in Südtirol. Schöne Krystalle finden sich bei Freiberg, Marienberg, Schneeberg, Joachimsthal im Erzgebirge, bei Schweinsdorf bei

Dresden, bei Tinz bei Gera, bei Clausthal, Andreasberg und Zellerfeld am Harz, bei Wolfach im Schwarzwald, bei Kittelsthal unweit Eisenach und bei Hall in Tirol (im Gips eingewachsene graue Krystalle), im Zillerthal in Tirol, zu Campo longo am St. Gotthard. — Der dichte und körnige Dolomit liefert einen vortrefflichen Baustein, dient selbst zu Bildhauerarbeiten und giebt gebrannt einen sehr guten hydraulischen Mörtel.

Der **Bitterspat** (Magnesit, Talkspat) krystallisiert in Rhomboëdern, meist bildet er aber körnige oder körnig-stengelige oder dichte Massen. Die Krystalle sind nach den Rhomboëderflächen sehr vollkommen spaltbar. Er ist farblos, nicht selten schneeweiß, gelblich-weiß bis wein- und ockergelb, oder graulich-weiß bis dunkelgrau gefärbt. Die Krystalle sind durchsichtig bis durchscheinend und glasglänzend, die derben dichten Massen kaum kantendurchscheinend und matt. An Härte und Gewicht gleicht er dem Dolomit (H = 3 — 4,5; G = 2,8 — 3,1). Er besteht in der Hauptsache aus kohlensaurer Magnesia (Magnesiumkarbonat) mit 53,38 Prozent Kohlensäure und 47,62 Prozent Magnesia, doch enthält er in der Regel kleine Beimengungen von Eisenkarbonat. Vor dem Lötrohr ist er unschmelzbar; von Säuren wird er meist nur als Pulver unter Mitwirkung der Wärme unter Aufbrausen gelöst. — Er kommt in größeren Massen (nester- und gangweise im Serpentin) bei Baumgarten und Frankenstein in Schlesien, Hrubschitz in Mähren, Kraubat in Steiermark, Hall in Tirol vor. Krystalle, in Talk- und Chloritschiefer eingewachsen, finden sich am St. Gotthard, am Greiner, im Zillerthal, Pfitschthal und Ultenthal in Tirol, bei Bruck, Flachau, Mariazell und anderen Orten in Steiermark und bei Snarum in Norwegen. — Der Bitterspat wird (mit Hilfe von Schwefelsäure) zur Bereitung von Bittersalz und zur Darstellung von Kohlensäure benutzt; auch gebraucht man ihn bei der Porzellanfabrikation und neuerdings wird er in Steiermark zur Fabrikation feuerbeständiger Ziegel verwendet.

Der **Witherit** bildet meist kugelige, traubige, nierenförmige und derbe Massen von rauher und drusiger Oberfläche und strahlig-stengeligem Gefüge. Seine Krystalle sind in der Regel klein und selten ausgebildet und haben mit Quarzkrystallen einige Ähnlichkeit, gehören aber (wie die des Aragonit und Strontianit) zum rhombischen System, da ihnen eine rhombische Pyramide und eine rhombische Säule zugrunde liegt. Er ist meist lichtgraulich oder gelblich gefärbt, glasglänzend (im Bruche fettglänzend) und durchscheinend. H = 3 — 3,5. G = 4,2 — 4,3. Er besteht aus Kohlensäure (22,3 Prozent) und aus Baryterde (77,7 Prozent), ist also kohlensaure Baryterde oder Baryumkarbonat. Vor dem Lötrohr

schmilzt er zu einem klaren Glas, das nach der Abkühlung emailartig weiß erscheint; dabei färbt er die Flamme schwach gelblich-grün. Auf der Kohle kommt er nach einiger Zeit zum Kochen und wird zu Ätzbaryt. In verdünnter Salzsäure löst er sich unter Aufbrausen. — Der Witherit kommt bei Tarnowitz in Oberschlesien, zu Leogang in Salzburg, bei Peggau in Steiermark und an mehreren Orten in England vor. — Er dient zur Darstellung von Baryumpräparaten (Baryterde, Chlorbaryum und salpetersaurer Baryterde); da er ein Gift für warmblütige Tiere ist, so wird er in England auch als Rattengift benutzt.

Der **Strontianit** ist in seinen Krystallformen dem Witherit und Aragonit ähnlich. Seine rhombischen Krystalle stellen hauptsächlich sechsseitige Säulen dar, welche oben und unten durch eine, an ihren Kanten durch Pyramidenflächen abgestumpfte, sechsseitige Tafel begrenzt werden. Auch sind seine Krystalle, wie beim Aragonit, oft nadelförmig, oder spießförmig und büschelförmig gruppiert; ebenso kommen derbe Massen mit stengeligem und faserigem Gefüge vor. Er ist farblos, aber auch (weißlich, graulich, gelblich, grünlich) gefärbt, glasglänzend oder (im Bruche) fettglänzend und durchscheinend bis durchsichtig. H = 3,5. G = 3,6 — 3,8. Seine chemischen Bestandteile sind Kohlensäure (30 Prozent) und Strontianerde (70 Prozent). Vor dem Lötrohr schmilzt er nur in starker Hitze, und zwar nur an den dünnsten Kanten; dabei schwillt er zu blumenkohlähnlichen Formen an, leuchtet stark und färbt die Flamme rot. In Salzsäure (und Salpetersäure) ist er leicht unter Aufbrausen löslich und giebt mit Gipslösung einen weißen Niederschlag, was Aragonit nicht thut. Wird die salzsaure Lösung eingedampft und der Rückstand mit Alkohol übergossen, so brennt dieser mit karminroter Flamme. — Er findet sich bei Bräunsdorf bei Freiberg, Clausthal am Harz, Leogang in Salzburg, Strontian in Schottland, Hamm in Westfalen (hier Gänge im Kreidemergel bildend), und wird zuweilen zur Darstellung von Strontianerde und gewisser Strontiansalze benutzt.

Das **Natron** oder die Soda (kohlensaures Natron) kommt in der Natur als krustenförmiger Überzug oder mehliger Beschlag des Bodens und mancher Gesteine vor. Es ist im Wasser löslich, hat einen scharf laugenhaften Geschmack, eine sehr geringe Härte (H = 1 — 1,5), ist etwa 1,5 mal so schwer als Wasser und besteht aus Kohlensäure, Natron und etwa 63 Prozent Wasser. Aus der Auflösung des Natron erhält man leicht künstliche Krystalle in Gestalt monoklinischer Tafeln, welche farblos und durchsichtig sind; sie verwittern jedoch leicht an der Luft (indem ihr Wasser verdunstet), werden weiß, undurchsichtig und zerfallen endlich in

ein feines weißes Pulver. Erhitzt man sie, so lange sie noch nicht zerfallen (verwittert) sind, so schäumen sie auf, indem ihr Wasser verfliegt. Taucht man die glühende Spitze des Platindrahts in gepulvertes Natron, und hält sie in den Saum der Lötrohrflamme, so wird dieser rein gelb gefärbt, eine Folge des Natrongehalts. Legt man ein Klümpchen Natron auf Kohle und glüht es mit dem Lötrohr, so zieht es in die Kohle ein. Legt man dann auf diese Stelle etwas schwarzes Kupferoxyd und glüht es in der Mantelspitze der Lötrohrflamme, so verwandelt es sich leicht in eine aus metallischem Kupfer bestehende Kugel. In Wasser aufgelöst färbt Natron das rote Lackmuspapier blau. Gießt man in solches Wasser Essig-, Schwefel-, Salz- oder Salpetersäure, so entweicht die Kohlensäure des Natron und es entsteht ein starkes Schäumen. Gießt man statt der Säuren Kalkwasser (bestehend aus Wasser und Kalkerde) hinein, so bekommt man einen weißen Niederschlag, welcher eine Verbindung der Kohlensäure der Soda mit der vorhandenen Kalkerde ist.

Das Natron oder die Soda findet sich als Ausblühung des Bodens, z. B. in der Ebene von Debreczin in Ungarn, an der Oberfläche oder in Drusenräumen und Spalten von vulkanischen Gesteinen, so auf der Lava des Vesuv und des Ätna, auf Basalten und Klingsteinen, z. B. bei Bilin in Böhmen, als Absatz aus den Natronseen in Unterägypten, wo es mit Glaubersalz und Steinsalz vorkommt.

Das Vorkommen des Natron in der großen ungarischen Ebene zwischen der Donau und der Theiß war schon zur Zeit der Römerherrschaft bekannt. In neuerer Zeit hat das Einsammeln desselben sehr abgenommen. Die ägyptischen Natronseen liegen in einem zwischen dem östlichen Abfall der libyschen Wüste und dem Nil gelegenen Thal. Nach Russegger sind es ihrer sechs; sie haben nicht unbedeutenden Umfang, aber geringe Tiefe. „Sie füllen sich zur Zeit, wo der Nil wasserreich ist, mit Wasser, welches bedeutend viel Soda und Kochsalz enthält. Die Seen trocknen dann jährlich durch die Hitze aus, und der Boden überzieht sich mit einer Salzkruste, die oft einige Fuß dick ist; einzelne Seen trocknen auch zuweilen nicht ganz aus, haben aber dann ein von den Salzen ganz gesättigtes Wasser."

„Seit man an sehr vielen Stellen Europas im Innern der Erde unerschöpfliche Lager von Steinsalz entdeckt und seit sich der Verbrauch der Soda ins Unermeßliche gesteigert hat, wird bei weitem die meiste Soda künstlich aus Steinsalz dargestellt. Erst erzeugt man aus demselben Glaubersalz (schwefelsaures Natron), dann mischt man letzteres mit kohlensaurer Kalkerde und Kohle, glüht die Mischung, und so verbindet sich

die Kohlensäure des Kalksteins mit dem Natron des Glaubersalzes zu Soda. Die größten Massen von Soda werden zur Bereitung der Sodaseife verwendet; man entzieht der Soda durch gebrannten Kalkstein die Kohlensäure, und so verbindet sich ihr Natron mit Fett leicht zu Seife. Das Waschen des Weißzeugs vollführt man jetzt auch großenteils mit Wasser, Soda und etwas Seife, während man früherhin statt der Soda Aschenlauge nahm; ebenso wenden die Glasfabriken viel Soda statt der sonst gebräuchlichen, jetzt aber seltnern und teurern Potasche an; auch die Färbereien bedürfen viel Soda, und dem Chemiker ist sie bei vielen Untersuchungen unentbehrlich."

2. Ordnung. **Schwefelsaure Salze**, Sulfate.

Die schwefelsauren Salze sind in Salzsäure oder Salpetersäure meist unlöslich, in Wasser unlöslich oder löslich. Mit Kohle oder Soda auf Kohle vor dem Lötrohr in der Reduktionsflamme erhitzt, geben sie ein Schwefelmetall (Hepar), das sich in Salzsäure unter Entwickelung von Schwefelwasserstoff löst. — Es gehören hierher der Gips, Anhydrit, Schwerspat, Cölestin, Alaunstein, Alaun (Kalialaun), das Bittersalz und das Glaubersalz.

Der **Gips, Gipsspat** kommt in schön entwickelten Krystallen, in blätterigen (spätigen) Massen und in derben, oft sehr ausgedehnten Massen von verschiedenartiger Zusammensetzung vor. Die Krystalle, welche dem monoklinischen System angehören, erscheinen bald kurz- und dick-, bald lang- und dünn-säulenförmig, bald tafelförmig und zuweilen auch linsenförmig. Häufig stellen sie eine sechsseitige Säule dar, die zwei gegenüberliegende breitere und vier schmälere Seitenflächen besitzt und am Ende durch zwei schief aufgesetzte Flächen geschlossen ist. Zwillingskrystalle sind sehr häufig; sie sind an dem einspringenden Winkel zu erkennen und werden wegen ihrer eigentümlichen Gestalt gewöhnlich Schwalbenschwanzzwillinge genannt. Die Krystalle sind einzeln eingewachsen, oder zu Gruppen oder Drusen verbunden, mannigfach gegenseitig durch einander gewachsen, um einander gewunden und in einander verflochten. In dem Gipsbergwerk bei Büchichts bei Reinhardsbrunn unweit Waltershausen am nördlichen Abhange des Thüringer Waldes befand sich nach H. O. Lenz noch bis zum Frühjahr 1857 eine absichtlich geschonte Säule, welche aus verwachsenen, meist sehr großen Krystallen bestand, von denen einige doppelte Armsdicke und bis 3 Fuß Länge hatten. Einer derselben, den Lenz wog, war 60 Pfund schwer. Die Schwalbenschwanzzwillinge erscheinen nicht selten um einen Mittel

punkt herum zu Kreuzen („Johanniterkreuzen") oder stern- oder rosettenförmigen Gruppen („Gipsrosen") angeordnet, z. B. bei Kittelsthal unweit Eisenach. Die Krystalle lassen sich nach einer Richtung (parallel den breiten Säulenflächen) sehr leicht und vollkommen in dünne, biegsame, aber nicht elastische Blätter spalten, welche sich durch Perlmutterglanz auszeichnen, während die Krystallflächen Glasglanz zeigen. Dieselbe vollkommenere Spaltbarkeit haben auch die blätterigen und spätigen Massen; sie werden als Fraueneis oder Marienglas bezeichnet. Die derben Massen sind entweder körnig bis dicht, stengelig bis faserig, schuppig (Schaumgips) oder erdig (Gipserde). Endlich hat man den Gips auch in Afterkrystallen oder Pseudomorphosen nach Anhydrit, Kalkspat und Steinsalz gefunden. Der Gips ist farblos oder gefärbt, weiß, grau rötlich, gelblich, bräunlich, bläulich, nicht selten auch gefleckt und geadert, durchsichtig bis undurchsichtig, an Härte dem Steinsalz ziemlich gleich ($H = 1{,}5 - 2$) und 2,2—2,4 mal so schwer als Wasser. Der faserige Gips, der zoll- bis fußdicke Platten bildet und Seidenglanz besitzt, heißt Fasergips, der schneeweiße, feinkörnige, durchscheinende Gips wird Alabaster, der dichte, undurchsichtige Gips auch Gipsstein genannt. Der Gips ist Calciumsulfat oder schwefelsaurer Kalk und besteht aus 32,54 Prozent Kalkerde, 46,51 Prozent Schwefelsäure und 20,95 Prozent Wasser. In einem Glasröhrchen geglüht, giebt er viel Wasser, wird, wenn er farblos war, weiß und kann leicht zu einem feinen, weißen Pulver (Gipsmehl) zerrieben werden. Den weitaus größten Teil seines Wassers verliert er schon, wenn er bis auf 120°, den Rest, wenn er über 200° erhitzt wird. „In der Lötrohrflamme schmelzen sehr feine Spitzen zu schneeweißer Masse. Geschah das Schmelzen im Flammenmantel, so wird dann rotes Lackmuspapier von dem Gips, wenn er mit Wasser befeuchtet wird, blau gefärbt; befeuchtet man ihn nun noch mit Salzsäure, so riecht er nach Schwefelwasserstoff. Hält man ein Gipsspitzchen quer ins Ende des ersten Drittels des Lötrohrflammenmantels, so wird der Saum prächtig gelblich-rot gefärbt, was durch die Kalkerde bewirkt wird. In der Borax- und Phosphorsalzperle löst sich Gips leicht auf. Mit Säuren begossen, schäumt er nicht, sie können die Schwefelsäure nicht aus ihm vertreiben. Wird er in Wasser gekocht, worin kohlensaures Kali aufgelöst ist, so wird er vollkommen zersetzt. In reinem Wasser löst sich ein klein wenig Gips auf, nämlich 1 Teil Gips in etwa 460 Teilen Wasser. Pulvert man Gips, und reibt man ihn mit Wasser an, trennt dieses dann durch Filtrieren vom übrigen Gipse, so ist im Wasser etwas Gips aufgelöst. Bringt man einen Tropfen desselben auf

die durch frische Spaltung eines Gipskrystalls erhaltene Fläche, läßt ihn verdunsten und bringt die Stelle dann unter das Vergrößerungsglas, so sieht man, daß sich eine Menge nadelförmiger Gipskryställchen gebildet haben, welche alle mit der Spaltungsfläche des Krystalls und mit einander parallel liegen. Läßt man aber von demselben Wasser einen andern Tropfen auf einem fremdartigen Stoffe verdunsten, so liegen dann die entstandenen Kryställchen weder mit einander noch mit der Fläche jenes Stoffes parallel. Ist in einem Wasser Steinsalz oder schwefelsaures Natron enthalten, so löst sich der Gips noch leichter auf. Steht Wasser, worin Gips aufgelöst ist, mit Tier- oder Pflanzenstoffen in Berührung, so entwickelt sich aus dem Gipse Schwefelwasserstoff. In Weingeist löst sich Gips nicht auf, ja er wird aus dem Wasser ausgeschieden, wenn man Weingeist hinzugießt."

Der Gips ist ein sehr verbreitetes Mineral. Der dichte Gips ist ein treuer Begleiter des Steinsalzes und der Magnesia führenden Kalksteine und Mergel (der Dolomite und dolomitischen Thonmergel). Er erscheint in Nestern, Schnüren und Adern, bisweilen bildet er aber auch ausgedehnte Lager und Stöcke, z. B. bei Osterode am Harz, Nordhausen, Friedrichsroda, Göttingen, Berchtesgaden, Hallein, Wieliczka, auf Sicilien. Alabaster kommt z. B. bei Beirode unweit Bad Liebenstein am Thüringer Walde, bei Lüneburg, im Val Canaria am St. Gotthard, Fasergips bei Ilfeld am Harz, auf der Trift bei Kittelsthal unweit Eisenach, am Hausberg bei Jena vor. Schöne Gipskrystalle werden auf Erzgängen bei Freiberg, Johanngeorgenstadt und Joachimsthal im Erzgebirge, bei Reinhardsbrunn am Thüringer Wald, bei Wasenweiler im Breisgau, Kaaden in Böhmen, Hall in Tirol, bei Bex im Kanton Wallis, am Montmartre bei Paris, um Girgenti auf Sicilien und an vielen anderen Orten gefunden.

Der Gips gehört zu den wertvollsten Mineralien für Künste und Gewerbe. Der dichte und feinkörnige, harte, weiße Gips (Alabaster) wird zu Vasen, Uhrgehäusen, Dosen, Leuchtern, Statuen und anderen Ornamenten verarbeitet, die man aber nicht der Witterung aussetzen darf. Früher bezog man schöne Alabasterwaren von Florenz, Volterra, Livorno; jetzt werden sie auch in Paris und in mehreren Orten Deutschlands (z. B. in Waltershausen und Ruhla in Thüringen) gearbeitet. Aus dem Fasergips werden Halsbänder verfertigt, deren Perlen außer herrlichem Seidenglanz auch einen sehr schönen wogenden Lichtschein zeigen. Leider verlieren diese Perlen, die als „Atlasperlen" bezeichnet werden, schon dadurch, daß sie sich an einander reiben, sehr bald ihren Glanz, sonst

würden sie ihres lieblichen Ansehens wegen den edelsten Steinen zur Seite gestellt werden können. Mit Gasspattafeln werden Heiligenbilder, besonders Marienbilder (Marienglas) bedeckt. Der dichte Gips findet besonders im gebrannten Zustande vielfache Anwendung. Der gelind gebrannte Gips hat nämlich die merkwürdige Eigenschaft, beim Anrühren mit Wasser den größten Teil des beim Brennen verlorenen Wassers wieder aufzunehmen und (ähnlich dem Wassermörtel) zu erhärten. Wegen dieser Eigenschaft dient er als Mörtel (welcher indes wegen seiner Auflöslichkeit im Wasser der Witterung wenig ausgesetzt sein darf), zu Abgüssen von Werken der bildenden Kunst (Gipsfiguren), zum Abformen von Münzen und Medaillen. Zu letzterm Zwecke umgiebt man die Medaille oder Münze mit einem Rand von steifem Papier (Kartenpapier), den man festklebt, und der etwa die Münze um ihre Dicke überragt. Rührt man nun gebrannten Gips in einer Schale mit halb so viel Wasser (dem Raume nach) zu einem Brei an und gießt diesen über die Münze, so erhält man einen genauen (aber natürlich verkehrten), vertieften Abdruck von dem Gepräge derselben, mittelst dessen man, wenn man die Gipsform mit Öl bestreicht, um das Ankleben zu verhindern, durch abermaliges Aufgießen von Gipsbrei beliebig viele erhabene Abdrücke herstellen kann. Wird der gebrannte, fein gemahlene Gips statt mit Wasser, mit Leimlösung zu einem Brei angerührt, so erhärtet er zwar langsamer als der gewöhnliche Gipsbrei, erzeugt aber eine sehr feste und polierfähige Masse, Stuck genannt, welche poliert dem Marmor gleicht, zumal, wenn man dem Leimbrei gefärbte Metalloxyde in der Weise beimengt, daß die erhärtete Masse davon geadert (marmoriert) erscheint. Man formt aus diesem Stuck polierte Platten und Tafeln, welche im Ansehen den Marmortafeln täuschend ähnlich sind. Derselbe Stuck dient zu allen Arten erhabener Verzierungen an Wänden und Decken (Stuckaturarbeiten) und manchen anderen Zwecken. Der gebrannte Gips dient ferner als Zusatz zu Glasuren, als Zuschlag zur Glas- und Porzellanmasse und endlich findet er auch in der Chirurgie und in der Landwirtschaft Anwendung. Der Chirurg benutzt denselben zur Herstellung von Gipsverbänden, welche den Zweck haben, den davon umschlossenen Gliedern feste Lage zu geben, sie unbeweglich zu machen. Der Landwirt verwendet ihn als Düngemittel, weniger um kalkarmem Boden eine Kalkverbindung darzubieten, als dem damit bestreuten, insbesondere dem Klee und anderen Schmetterlingsblütlern (Hülsenfrüchten) aus der Luft Ammoniak zuzuführen. Es hat nämlich der gebrannte Gips — nicht der natürliche Gips, auch nicht der Anhydrit — die Eigenschaft,

wie das Wasser, so auch Ammoniak chemisch zu binden und beim Liegen an der Luft aus dieser aufzunehmen, um dasselbe hernach auf die damit in Berührung befindlichen Pflanzen zu übertragen (Kolbe, Lehrbuch der Chemie. 2. Aufl. Braunschweig 1884). Wird übrigens der Gips — was den Gipsbrennern sehr wohl bekannt ist — weit über 120° hinaus erhitzt oder gar geglüht, so verliert er die Eigenschaft, Wasser aufzunehmen und zu erhärten; man sagt, er ist „tot" gebrannt. Auch dem natürlichen, wasserfreien schwefelsauren Kalk, dem Anhydrit, geht diese Fähigkeit ab.

Der **Anhydrit** (Muriacit, Karstenit) besteht, wie der Gips, aus Schwefelsäure (58,82 Prozent) und Kalkerde (41,18 Prozent), enthält aber kein Wasser, und man bezeichnet ihn daher auch als wasserfreien Gips. Außerdem unterscheidet er sich vom Gips durch größere Härte (H = 3—3,5) und höheres Gewicht (G = 2,8—3). Er bildet in der Regel derbe Massen mit körnigem bis dichtem, blätterigem oder stengeligem Gefüge, selten findet er sich krystallisiert. Seine Krystalle, welche dem rhombischen System angehören, sind meist klein und dick-tafelförmig. Von Farbe ist der Anhydrit meist bläulich-grau bis smalteblau, bläulichweiß, graulich-weiß bis rauchgrau, oft auch gelblich und rötlich; zuweilen kommt er auch farblos vor. Vor dem Lötrohr schmilzt er sehr schwer zu einem weißen Email, mit Flußspat aber sehr rasch und leicht zu einer klaren Perle, welche beim Erstarren undurchsichtig, bei längerm Glühen aber anschwillt und unschmelzbar wird. In Säuren ist er sehr wenig löslich; im Wasser ist er noch weniger löslich als der Gips. — Der Anhydrit bildet Lager und Stöcke und kommt gewöhnlich mit Gips und Steinsalz zusammen vor. Bemerkenswerte Vorkommen sind Aussee in Steiermark, Hallein, Ischl, Berchtesgaden, Hall in Tirol, Sulz am Neckar, Tiede bei Braunschweig, Staßfurt bei Schönebeck, Segeberg in Holstein, Wieliczka und Bochnia in Galizien. — Der Anhydrit wird wie der Gips als Düngemittel verwendet. Der graue, körnige, zu Vulpino bei Bergamo vorkommende Anhydrit wird, wie der schön gefärbte körnige oder dichte Anhydrit überhaupt, zu Skulpturarbeiten benutzt.

Der **Schwerspat** (Baryt) wird fast ebenso häufig krystallisiert als in nachahmenden Gestalten und derben Massen angetroffen. Die dem rhombischen Systeme angehörigen Krystalle sind entweder tafelförmig oder säulenförmig und gewöhnlich zu Drusen und mannigfaltigen Gruppen verbunden. So bilden die tafelförmigen Krystalle häufig Rosetten oder Halbkugeln, in denen die einzelnen Tafeln einander nach Art der Knospenblätter umgeben (krummschaliger Schwerspat), oder sie breiten sich fächer-,

garben- oder straußförmig aus. Die säulenförmigen (nadel- oder stengelförmigen) Kryſtalle ſind bald parallel, bald ſtrahlig mit einander verbunden, ſo daß ſie nieren-, trauben- oder kugelförmige Geſtalten darſtellen. Die Kryſtalle laſſen ſich nach drei beſtimmten Richtungen (am vollkommenſten parallel den Flächen der rhombiſchen Säule) ſpalten.

Die Farbe des Schwerſpats iſt weiß, ins Graue, Rote, Braune, Gelbe und Blaue verlaufend, doch kommt er auch farblos und durchſichtig vor; gewöhnlich iſt er durchſcheinend oder kantendurchſcheinend, glas- oder fettglänzend. Sein Strich iſt weiß. Er iſt etwas härter als der Kalkſpat ($H = 3 — 3{,}5$), und durch ſein hohes Gewicht iſt er von allen ähnlichen Mineralien leicht zu unterſcheiden ($G = 4{,}3 — 4{,}7$). Der Schwerſpat iſt ſchwefelſaure Baryterde (Baryumſulfat) und beſteht aus 43,3 Prozent Schwefelſäure und 65,7 Prozent Baryterde. „Glüht man ein Stückchen ſpätigen Baryts in einem Glasröhrchen, ſo zerſpringt es in tauſend kleinere Stückchen. Pulvert man dieſe fein und faßt ein Klümpchen Pulver mit der Platinzange, ſo bäckt es in der Lötrohrflamme zuſammen; geht man damit von der Mantelſpitze rückwärts gegen das Lötrohr hin, ſo wird der Saum gelb gefärbt, ſpäter miſcht ſich auch etwas Grünlich bei, was durch die Baryterde bewirkt wird. Befeuchtet man die Maſſe mit Salzſäure und hält ſie nochmals in den Saum, ſo färbt ſie dieſen nicht rot. Betupft man die erkaltete mit Waſſer, ſo giebt ſie den Geruch von Schwefelwaſſerſtoff. In der Borax- und Phosphorſalzperle löſt ſich das Pulver leicht auf. $^1/_3$ Baryt, $^1/_3$ Quarz, $^1/_3$ Soda gut gemengt ſchmelzen langſam und immerfort Blaſen treibend auf Kohle in der Lötrohrflamme zur waſſerklaren, feſten Glaskugel. In Waſſer, Salz- und Salpeterſäure löſt ſich Baryt nicht auf, wohl aber in konzentrierter Schwefelſäure; er ſcheidet ſich aber wieder aus ihr ab, ſobald man Waſſer zuſetzt. Kocht man Baryt anhaltend im Waſſer, worin kohlenſaures Kali oder kohlenſaures Natron aufgelöſt iſt, ſo wird er zerlegt und man bekommt kohlenſaure Baryterde und ſchwefelſaures Kali oder Natron.“

Der Schwerſpat iſt ein ſehr verbreitetes Mineral. Er findet ſich vorzugsweiſe auf Lagerſtätten und Gängen der Erze und tritt bisweilen auch in größeren Stücken und Lagermaſſen auf, wie z. B. in Kärnten und Steiermark, häufig in der Nähe von Eiſenſpatlagern. Mächtige Schwerſpatgänge treten z. B. bei „Heilige Dreifaltigkeit“ zu Zſchopau und bei Sachſenburg zwiſchen Frankenberg und Mitweida in Sachſen auf. Auf „Rauh's Glück“ zu Aue gewann man im Jahre 1869 an 3000 Zentner Schwerſpat; ebenſo viel liefert jährlich die Grube „Auguſtus' Glück“ zu Pöhl bei Plauen. Schöne Kryſtalle finden ſich bei Freiberg, Marien-

berg, Annaberg, Glashütte, Zschopau in Sachsen, Clausthal am Harz, Przibram in Böhmen, Schemnitz und Felsöbanya in Ungarn und anderen Orten. — Der Schwerspat dient im feingemahlenen Zustande als verfälschender Zusatz zum Bleiweiß, zur Darstellung der Barylerde und zur Darstellung mancher ihrer Salze, auch wohl zur Verfertigung der sogenannten Lichtmagnete. Manche Abänderungen des Schwerspat, wie der graue Schwerspat aus dem Thone des Monte Paterno bei Bologna (Bologneserspat), leuchten nämlich im Dunkeln, wenn sie dem Lichte oder dem Feuer ausgesetzt werden. Diese Eigenschaft entdeckte und benutzte der Schuster Cascariolo in Bologna im Jahre 1604 zur Herstellung von Leuchtsteinen oder Lichtmagneten, indem er den Schwerspat mit Tragantschleim glühte und zu kleinen Kuchen formte.

Der **Cölestin** krystallisiert in rhombischen Säulen, die gewöhnlich zu Drusen vereinigt sind, bildet derbe, stengelige oder schalige Massen, Platten von parallelfaseriger und Nieren von feinkörniger bis dichter Zusammensetzung. Er ist farblos und wasserhell, gewöhnlich aber bläulich-weiß, bläulichgrau, himmelblau, seltener rötlich oder gelblich, durchsichtig bis durchscheinend, glas- bis fettglänzend. Sein Strich ist weiß. An Härte gleicht er dem Schwerspat ($H = 3 - 3{,}5$), an Gewicht erreicht er jedoch denselben nicht ($G = 3{,}9 - 4$). Er besteht in der Hauptsache aus Schwefelsäure und Strontian, ist also ein Strontiumsulfat. Vor dem Lötrohr zerknistert er und schmilzt ziemlich leicht zu einer milchweißen Kugel; wird er im Mantel der Flamme (in der Reduktionsflamme) geglüht, dann mit Salzsäure befeuchtet und nun in der Spiritusflamme erhitzt, so färbt er die letztere deutlich rot. Befeuchtet man das ausgeglühte Stückchen mit Wasser, welches etwas Salzsäure enthält, so giebt es den Geruch von Schwefelwasserstoff. Von Säuren wird Cölestin nur wenig angegriffen. Mit kohlensaurem Kali gekocht, wandelt er sich in kohlensaure Strontianerde um. — Der Cölestin ist kein häufig vorkommendes Mineral. Schöne Krystalle finden sich in den Schwefelgruben bei Girgenti auf Sicilien, bei Herrengrund bei Neusohl in Ungarn, bei Leogang in Salzburg, auf Erzgängen bei Scharfenberg in Sachsen. Die Krystalle von letzterm Fundorte sind oft mehrfarbig, z. B. in der Mitte schön indigoblau und ölgrün oder grünlich, an den Enden blau oder bläulich-weiß oder gelblich-weiß. Faseriger Cölestin kommt bei Dornburg bei Jena, Northen in Hannover, an der Seisser-Alpe in Südtirol, dichter Cölestin am Montmartre bei Paris vor. — Der Cölestin dient zur Darstellung der Strontianerde, des Chlorstrontiums und des salpetersauren Strontians, welche beide in der Feuerwerkerei zur Bildung des Rotfeuers dienen.

Der **Alaunstein** (Alunit) bildet meist derbe, feinkörnige, dichte oder erdige, gewöhnlich mit Quarz, Hornstein und Felsit gemengte und innig durchwachsene Massen, doch kommen auch Krystalle, kleine, oft krummflächige und zu Drusen gruppierte Rhomboëder vor. Er ist farblos, weiß, rötlich, gelblich oder grau gefärbt, glasglänzend, durchscheinend, härter als Kalkspat (H = 3,5 — 4) und 2,7 mal so schwer als Wasser (G = 2,6 — 2,8). Er besteht aus Schwefelsäure, Thonerde, Kali und Wasser (13 Prozent). Vor dem Lötrohr ist er für sich unschmelzbar, aber mit Soda giebt er Schwefelaluminium. In Salzsäure ist er unlöslich, durch konzentrierte Schwefelsäure und Kalilauge ist er in der Wärme schwer löslich. Nach dem Glühen ist er auch im Wasser etwas löslich und man kann mit Hilfe desselben aus dem geglühten Mineral den Alaun ausziehen. — Der Alaunstein findet sich besonders im ehemaligen Kirchenstaat (zu Tolfa bei Civita-Vecchia) und in Ungarn, wo er südlich von Munkacs in einem aus der Theißebene hervortretenden Hügelzug mehrere Stunden weit sich hinzieht. Der Alaunstein liefert ein treffliches Material zur Bereitung des Alauns, dessen wesentliche Elemente in ihm enthalten sind; der römische Alaun von la Tolfa ist berühmt wegen seiner vorzüglichen Güte. Der ungarische Alaunstein wird überdies als guter Mühlstein verwendet.

Der **Alaun** (Kali-Alaun) kommt gewöhnlich als faserige oder erdige Ausblühung mancher Gesteine, selten deutlich krystallisiert, vor. Seine durchsichtigen, farblosen Krystalle haben die Gestalt von regulären Oktaëdern.

Sehr schöne Einzelkrystalle von Alaun (wie auch von vielen anderen zu krystallisierenden Salzen) erhält man nach Prof. K. F. Peters, wenn man die in einer flachen Schale befindliche Lösung von dem Wechsel der Wärme der äußern Luft unabhängig macht. Man erreicht dies dadurch, daß man eine oder mehrere zuckerhutförmige Papierhüllen, sogenannte Mäntel, über die Schale stürzt. Damit aber das Wasser dennoch gut verdunste, bringt man etwas konzentrierte Schwefelsäure, welche begierig Wasserdunst aufnimmt, mit unter den Hut, indem man sie in einer kleinern Schale auf einem Dreifuß über die Alaunlösung stellt. Befindet sich nun das Ganze in einem Raume, der weder dem Wechsel der Sonnen-, noch Ofenwärme allzustark ausgesetzt ist, und ist die Lösung nicht allzu wasserreich gemacht worden, so wird die Krystallbildung bald beginnen. In der Regel entstehen am Boden der Schale mehrere oder viele Krystalle. Man entferne sie bis auf wenige, die man groß anwachsen läßt und im Laufe des Tages ein- oder zweimal umwendet, damit nicht die

am Boden aufliegende Oktaëderfläche allzu groß, der Krystall nicht platt werde. In der Regel entstehen reine, sehr vollkommene Oktaëder, doch kann man durch kleine Änderungen in der Mischung bewirken, daß die Ecken durch Flächen (Würfelflächen) ersetzt werden. Bisweilen erscheinen auch die Kanten durch Flächen gerade abgestumpft. Wenn man an einem ganz scharfkantig ausgebildeten Alaunoktaëder eine der Kanten auf einer matten Glastafel gerade stumpf schleift und den so behandelten Krystall wieder in die Lösung setzt und weiter wachsen läßt, so werden nun merkwürdigerweise alle Kanten solche Abstumpfungsflächen annehmen. Eine Unvollkommenheit werden aber solche, für längere Zeit aus ihrer Lösung genommene Krystalle doch haben. Die Unterbrechung der Krystallisation bleibt an ihnen dadurch wahrnehmbar, daß der äußere, neu hinzugewachsene Teil den innern wie eine Schale umhüllt und die einstige Oberfläche des letztern wie weißlich getrübt erscheint. Mitunter erhält man Oktaëder, die aus vielen solchen Schalen bestehen. Dergleichen Schalen kommen aber nicht nur am Alaun, sondern auch an vielen in der Erde gebildeten Krystallen vor und sind in jedem Falle der Ausdruck einer Unterbrechung in der Krystallisation, manchmal zugleich einer Änderung in den gelösten Stoffen.

Der Alaun hat einen süßlich zusammenziehenden Geschmack, übertrifft an Härte etwas das Steinsalz ($H = 2 - 2{,}5$), ist $1{,}7 - 1{,}9$ mal so schwer als Wasser und besteht aus Schwefelsäure (33,75 Prozent), Thonerde (10,82 Prozent), Kali (9,95 Prozent) und Wasser (45,48 Prozent). Erhitzt man Alaun in einer Abdampfschale von Porzellan, so schmilzt er schäumend in seinem eigenen Wasser; dann verfliegt das Wasser und es bleibt ein weißes Pulver zurück, welches unschmelzbar ist und gebrannter Alaun heißt. Geschieht das Schmelzen am Platindraht, so färbt sich der Flammensaum, wegen des im Alaun enthaltenen Kali, hellviolett. Legt man etwas Alaun auf Kohle, befeuchtet ihn mit salpetersaurem Kobaltoxydul und glüht ihn vor dem Lötrohr, so wird er smalteblau. Löst man Alaun in Wasser auf, so färbt er blaues Lackmuspapier rot, und schäumt nicht, wenn man eine Säure zugießt; bringt man statt der Säuren Soda hinzu, so bekommt man einen weißen Niederschlag, welcher aus der Thonerde des Alauns besteht, und sich auch schön smalteblau färbt, wenn er mit salpetersaurem Kobaltoxydul geglüht wird. Glüht man auf Kohle Alaun mit gleichviel Soda, befeuchtet ihn dann und reibt eine blanke Silbermünze daran, so wird sie von dem vorhandenen Schwefel braun.

Der Alaun durchzieht eisenkieshaltigen Thonschiefer und Schieferthon

oft in solcher Menge, daß man denselben Alaunschiefer nennt. Ebenso findet er sich in eisenkieshaltigen Braunkohlenlagern (z. B. in den Braunkohlen an der Rhön), unter den Produkten brennender Steinkohlenlager (so am brennenden Berg bei Duttweiler unweit Saarbrücken), auf Klüften mancher Laven (z. B. in Sicilien und auf den Liparischen Inseln), sowie aufgelöst in manchen Mineralwässern. Um aus dem Alaunschiefer den Alaun zu gewinnen, legt man diese Gesteine im Freien auf lange Haufen, woselbst sich der Schwefel des Eisenkieses in Schwefelsäure verwandelt und zum Teil mit Thonerde verbindet. Dann werden die Massen ausgelaugt und aus der Lauge, welche hauptsächlich schwefelsaure Thonerde nebst schwefelsaurem Eisenoxydul enthält, letzteres ausgeschieden. Ist dieses geschehen, so setzt man der Lauge kalihaltige Stoffe zu, infolge dessen sich bei fleißigem Umrühren der Alaun als Pulver, Alaunmehl, absondert. Das Alaunmehl wird dann mit kaltem, reinem Wasser gewaschen, darauf in heißem Wasser aufgelöst und endlich der ruhigen Kryſtallisation überlassen. Aus dem Alaunstein von Tolfa wird der Alaun gewonnen, indem man ihn röstet, dann feucht hält, bis er zerfällt, das Pulver auslaugt und die Lauge abdampft.

Die Anwendung des Alaun ist eine sehr vielseitige; er ist eins der wichtigsten Hilfsmittel (Beizmittel), um Farbstoffen auf Garnen und Geweben mehr Haltbarkeit und Schönheit zu geben; er dient zur Herstellung von weißgarem (alaungarem) Leder, zur Bereitung von Lackfarben, in der Papierfabrikation als Zusatz beim Leimen des Papiers. Mit Alaunlösung getränkte Gewebe, Holz u. s. w. sind nicht leicht entzündlich oder brennen doch nicht mehr mit Flamme. Endlich wird der Alaun auch als Heilmittel, z. B. gegen Schlaffheit der Schleimhäute des Mundes, benutzt; in großen Gaben wirkt er jedoch höchst nachteilig auf die Verdauungsorgane.

Das **Bittersalz** (Epsomit) kryſtalliſiert in schönen rhombischen Säulen, welche durch rhombische Pyramiden oder oben und unten durch dachförmige Flächenpaare geschlossen sind. Indessen sind solche Kryſtalle, welche man am besten aus Bittersalzlösungen auf die beim Alaun angegebene Weise erhält, in der Natur selten. In der Natur tritt es am häufigsten als erdige oder faserige (haarförmige) Ausblühung (Haarsalz) des Erdbodens und verschiedener Gesteine auf. Das Bittersalz hat einen salzig-bittern Geschmack, ist farblos, durchsichtig und glasglänzend, oder weiß, graulich, gelblich, rötlich, etwas härter als Steinsalz ($H = 2—2{,}5$), 1,75 mal so schwer als Wasser und besteht aus Schwefelsäure (32,52 Prozent), Magnesia oder Talkerde (16,26 Prozent) und Wasser (51,22 Pro-

zent). Glüht man ein Stückchen vor dem Lötrohr auf Kohle, so schmilzt es anfangs, verliert dann sein Wasser und seine Säure, fängt an zu leuchten und wird endlich zu reiner Magnesia; mit Kobaltlösung befeuchtet und in der Oxydationsflamme geglüht, wird diese schwach rosenrot gefärbt. In Wasser ist es leicht löslich; seine Lösung schäumt nicht, wenn man derselben Säuren zugießt; gießt man der Lösung Kalkwasser zu, wie man es in jeder Apotheke bekommt, so wird die Magnesia ausgeschieden. — Das Bittersalz bildet beträchtliche Ausblühungen (Efflorescenzen) des Bodens in den Steppen Sibiriens, in Katalonien, in der Gegend zwischen Madrid und Toledo; es kommt als Ausblühung auf verwitternden, magnesia- und eisenkieshaltigen Gesteinen, so auf Serpentin, Talk-, Chlorit-, Thon- und Alaunschiefer, vor. Bei Freiberg blüht es aus dem Gneiß aus, infolge der Verwitterung des in demselben befindlichen Eisenkieses und des Magnesiaglimmers. Ferner erscheint es nach vulkanischen Eruptionen häufig als Beschlag auf Laven, z. B. am Vesuv und in der Solfatara bei Neapel; es tritt in den Steinsalzlagern (z. B. bei Hall in Tirol und bei Berchtesgaden), in Spalten von Gipsstöcken und in manchen Mergellagern und Thonlagern auf. Viele Mineralwässer enthalten es aufgelöst und es setzt sich bei der Verdunstung am Rande ihrer Quellen oft in reichlicher Menge ab, wie bei Sedlitz, Saidschütz, Eger, Püllna in Böhmen und bei Epsom in England. Endlich enthalten es auch die Gletscherwässer an manchen Orten der Alpen (z. B. im Kanton Wallis) in solcher Menge, daß es am Ufer der Gletscherbäche mehlige Beschläge („Gletschersalz") bildet. — Das Bittersalz ist ein wichtiges Arzneimittel und wird auch zur Bereitung von kohlensaurer und reiner Magnesia verwendet.

Das **Glaubersalz** (Mirabilit, sal mirabile Glauberi) erscheint in der Natur ebenfalls meist als Ausblühung oder als krustenartiger Überzug auf verschiedenen Gesteinen, besonders auf Gips und Steinsalz. Um schöne Krystalle zu erhalten, muß man dieselben künstlich nach dem beim Alaun vorgeschriebenen Verfahren darstellen. Oft erhält man auch große und schön ausgebildete Glaubersalzkrystalle, wenn man eine aus gleichen Teilen Bittersalz und Kochsalz gemischte Lösung im Winter der Frostkälte aussetzt, zumal wenn man ein Stück hartgebrannten Gipses in die Lösung gelegt hat. Die Krystalle bilden monoklinische Säulen, sind in der Richtung der rechtwinkeligen Axen vollkommen spaltbar, farblos und durchsichtig, werden aber an der Luft bald weiß und undurchsichtig und zerfallen zu einem weißen Pulver. Der Geschmack des Glaubersalzes

ist anfangs kühlend, dann salzig-bitter. Seine chemischen Bestandteile sind Schwefelsäure (24,8 Prozent), Natron (19,3 Prozent) und Wasser (55,9 Prozent) und es wird als Natriumsulfat (oder als schwefelsaures Natron) mit Wasser bezeichnet. Im Glaskölbchen erhitzt, schmilzt es in seinem Krystallwasser. „Taucht man die glühende Spitze des Platindrahts in gepulvertes Glaubersalz und schmilzt es in dem Saume der Lötrohrflamme, so färbt es diesen rein gelb. Schmilzt man Glaubersalz in der Lötrohrflamme etwa $^1/_2$ Minute lang auf Kohle, so zieht es in selbige hinein. Bringt man nun Wasser auf den Fleck, so riecht er nach Schwefelwasserstoff; reibt man eine blanke Silbermünze daran, so wird sie schwarz, rotes Lackmuspapier wird blau. Löst man Glaubersalz in Wasser auf und gießt dann Essig-, Schwefel-, Salz- oder Salpetersäure zu, so entsteht kein Aufschäumen. Taucht man rotes oder blaues Lackmuspapier in das in Wasser aufgelöste Glaubersalz, so ändert sich die Farbe nicht; wirft man Krümchen von salpetersaurer Baryt-Erde hinein, so bekommt man einen weißen Niederschlag; dieser besteht aus einer chemischen Verbindung der Schwefelsäure des Glaubersalzes mit der Baryterde. Bringt man in ein weites Probierglaschen einen gehäuften Theelöffel voll gepulvertes, frisches, noch wasserklares Glaubersalz, gießt Wasser darauf, und senkt nun die Kugel eines Thermometers hinein, so sinkt das Queckfilber um 5 Grad C; gießt man aber, statt des Wassers, Salzsäure hinein, so sinkt das Queckfilber um 20 Grad oder mehr. Bringt man dagegen wasserloses Glaubersalz ins Gläschen und gießt Wasser darauf, so steigt das Queckfilber um etwa 6 Grad." — Das Glaubersalz kommt als Ausblühung auf Gips, Mergel und Dolomit in der Umgebung von Steinsalzlagern vor, z. B. bei Ischl, Aussee und Berchtesgaden im Salzkammergut; als Ausblühung des Bodens in den von Steinsalz durchzogenen Steppen am Kaspisee und Eltonsee im südlichen Rußland. Im Thale des Ebro, bei Logrono und Lodosa wechsellagert es mit Steinsalz in bedeutender Mächtigkeit und Ausdehnung. Am Kaukasus findet sich, 25 Werst von Tiflis bei Muchrevan, ein 5 Fuß mächtiges Lager von reinem Glaubersalz, welches sich über eine halbe Quadratwerst ausbreitet und von Thon und Mergel bedeckt wird. Endlich bildet das Glaubersalz auch einen Bestandteil mancher Mineralquellen (Püllna, Saidschütz, Karlsbad, Friedrichshall u. s. w.) und Salzsolen. Das in Handel kommende Glaubersalz wird teils aus Salzsolen, teils bei der Herstellung von Salzsäure und des Salmiaks (als Nebenprodukt) gewonnen, hauptsächlich aber aus Kochsalz, das mit Schwefelsäure und Wasser erwärmt wird; dabei verbindet sich das Natrium des Kochsalzes

mit dem Sauerstoff des Wassers zu Natron und dieses wieder mit der Schwefelsäure. — Das Glaubersalz dient als Heilmittel, als Zusatz zur Glasmasse, meist aber zur Bereitung der Soda.

3. Ordnung. Phosphorsaure Salze, Phosphate.

Die phosphorsauren Salze sind im Wasser unlöslich, in Säuren löslich. Vor dem Lötrohr erhitzt, färben sie entweder für sich allein oder nach Befeuchten mit Schwefelsäure die Oxydationsflamme blau-grün. — Hierher gehört der Apatit, Wavellit und der Türkis.

Der **Apatit** kommt krystallisiert und in derben Massen von körnigem, faserigem oder dichtem Gefüge (Phosphorit), sowie in stalaktitischen, traubigen oder nierenförmigen Gebilden, welche häufig ein strahlig-faseriges Gefüge haben, vor. Die Krystalle, welche meist kurze hexagonale Säulen darstellen, sind einzeln aufgewachsen oder eingewachsen, oder zu Drusen vereinigt. Zuweilen umschließen sie andere Mineralien, wie Turmalin, Kalkspat, Chlorit, Fluorit, ohne jedoch eigentliche Afterkrystalle zu bilden. Der Apatit ist unvollkommen spaltbar, farblos, weiß, gewöhnlich jedoch grünlich, bläulich, violett, rötlich oder grau gefärbt und durchsichtig bis kantendurchscheinend; die spargelgrünen Abänderungen hat man Spargelstein, die dunkelbläulich-grünen Moroxit genannt. Auf den Krystallflächen zeigt der Apatit Glasglanz, auf den Spaltungs- und Bruchflächen Fettglanz; sein Strich ist weiß. An Härte übertrifft er den Flußspat, da er von weichem Eisen nicht mehr, wohl aber von Stahl geritzt wird; er steht auf der fünften Härtestufe (H = 5). An Gewicht ist er dem Flußspat gleich (G = 3,16 — 3,22). Viele Abänderungen, besonders die Phosphorite, leuchten mit farbigem Licht, wenn sie erhitzt werden. In Betreff der chemischen Zusammensetzung unterscheidet man einen Chlorapatit und einen Fluorapatit; beide sind Calciumphosphate und bestehen aus Kalkerde und Phosphorsäure (wenn auch in verschiedener Menge), der Chlorapatit enthält außerdem Chlor, der Fluorapatit Fluor. Vor dem Lötrohr schmilzt der Apatit sehr schwer und nur in sehr dünnen Splittern. Mit Phosphorsalz und Borax schmilzt er zu einem wenigstens anfangs klaren Glase; mit Soda erhitzt, schwillt er unter Brausen auf. Mit Schwefelsäure befeuchtet, färbt er den Saum der Flamme auf kurze Zeit grünlich, was durch die Phosphorsäure bewirkt wird. In Salz- und Salpetersäure ist er leicht löslich. — Der Apatit findet sich auf den Zinnerzgängen zu Ehrenfriedersdorf, Zinnwald

und Schlaggenwald im Erzgebirge, im Zillerthal und Sulzbachthal in Tirol, am St. Gotthard, in Cornwall, bei Arendal, Snarum, Krageröe in Norwegen, in Canada. Zwischen Langesund und Oestre-Risör im südlichen Norwegen bildet der Apatit Gänge, die bis 1 m mächtig sind, zwar nur geringe Länge besitzen, aber sich an vielen Punkten wiederholen und auch Glimmer, Hornblende, Rutil, Titaneisenerz führen. In Canada kommt der Apatit sehr reichlich und in bis mehrere Fuß langen, über 1 Fuß dicken und mehrere Zentner schweren Krystallen, aber auch — in den Umgebungen von Elmsley und Burgeß — in einem selbständigen, gegen 10 Fuß mächtigen Lager vor, von welchem 3 Fuß fast nur aus meergrünem Apatit mit geringen Beimengungen von schwarzem Glimmer bestehen. Der Phosphorit kommt in Spanien, Bayern (bei Amberg und Pilgramsreuth und zwar hier erdig), Nassau vor. Seine schönsten Abänderungen sind wohl diejenigen, welche bei Staffel, unweit Limburg an der Lahn, in hellgrünen, traubigen und nierenförmigen Gestalten vorkommen und unter dem Namen Staffelit als besonderes Mineral angesehen worden sind, weil sie bis zu 9 Prozent kohlensauren Kalk, auch etwas Wasser und Spuren von Jod enthalten. — Wo sich der Phosphorit in größerer Menge findet, wird er, da er wegen seines Gehaltes an Phosphorsäure, Kalkerde und Fluor ein wichtiges Düngemittel ist, zur Veredelung des Ackerbodens benutzt. Sein Vorkommen in Nassau ist über einen Raum von sechs geographischen Meilen Länge und vier Meilen Breite bekannt und hat schon im Jahre 1867 eine Million Zentner geliefert. Die Gruben von Bamle bei Langensund in Norwegen lieferten in drei Jahren (in den Jahren 1872—1874) über 8000 Tonnen (zu 20 Zentner) Apatit im Werte zu 450 000 ℳ (für den Zentner rohen Apatit wurden demnach 2 ℳ 81 ₰ bezahlt). — Der Apatit wurde zuerst auf den Zinnerzgängen von Ehrenfriedersdorf in Sachsen entdeckt und wegen seiner regelmäßigen sechsseitigen Säulen lange Zeit mit dem Beryll verwechselt.

„Der Apatit", sagt G. vom Rath, „kann in gewisser Hinsicht als das edelste Produkt des Mineralreichs betrachtet werden, denn diesem Mineral entnimmt die schaffende Natur die wesentlichste Substanz, woraus das Knochengerüst der Wirbeltiere und des Menschen auferbaut ist, den phosphorsauren Kalk. Doch in weit höheren Formen und Zuständen geht der Phosphor in die organischen Gebilde selbst ein. Phosphor bildet einen Bestandteil des Protoplasma, jenes wunderbaren, lebendigen Wesens, welches gestaltend und schaffend in der Zelle thätig ist. Durch die ganze organische Schöpfung folgen wir

dem Phosphor bis zum geheimnisvollsten Naturgebilde, dem menschlichen Gehirn. Die Phosphoratome des Protoplasma der Pflanzenzelle, sowie diejenigen unseres Denkorgans — einstmals gehörten sie — vor einem Jahre oder vor Millionen Jahren — dem Mineral Apatit an; dies ist die ursprüngliche Verbindung, in welcher die Natur die weitaus größte Menge des Phosphor niederlegte. Spät erst enthüllten sich unserer Forschung die materiellen Grundlagen des organischen Lebens. Ein Jahrhundert ist vergangen, seit Abraham Gottlob Werner den Apatit erkannte und als „Betrüger" bezeichnete, weil er sich durch dieses Mineral zuerst getäuscht sah. Er vermutete dann in diesem Steine phosphorsauren Kalk, den 13 Jahre später Klaproth auffand. Es war der erste Nachweis des Phosphors im Steinreich. Daß aber dieses Mineral eines der unschätzbarsten irdischen Güter, ja eine notwendige Bedingung des organischen Lebens sei, gelangte erst um die Mitte dieses Jahrhunderts zu allgemeiner Anerkennung. Seitdem sucht man Lagerstätten des Apatit und seiner sekundären Bildungen mit kaum geringerer Energie, als ob es sich um Gold handele. — Rastloser als je zuvor strebt der Mensch dahin, die Mittel seiner Existenz zu vermehren, Nahrungswerte zu schaffen, die Erträge der Felder zu erhöhen. Da 100 Pfund Körnerfrucht (Weizen oder Roggen) dem Acker ungefähr 1 Pfund Phosphorsäure entnehmen, so gilt es, diese in genügender Menge stets wieder zu ersetzen. So sehen wir denn die Phosphate hineingezogen in die Bahnen des Handels und der Industrie. In allen Fernen und Tiefen sucht man sie auf: auf den verlorenen Inseln des Weltmeeres, an den regenlosen Küsten Perus, in den Höhlen Australiens, in allen sedimentären Formationen, ja selbst auf den Schlachtfeldern der Menschen. Tausende von Zentnern Knochen deutscher Freiheitshelden, auch tapferer Russen, die vor Sebastopol kämpften, düngen die Fluren Englands. — Alle diese Lagerstätten betreffen Phosphate, welche bereits einmal oder vielmals am Aufbau organischer Wesen teilgenommen. Nicht so der Apatit Norwegens und Canadas. Dieser gehört zu den durch alle Zeiten noch unerschlossenen Urschätzen der Erde. Was die Natur im Laufe unabsehbarer Zeiträume erreichte, die Zersetzung des Apatits und seine Umwandelung in lösliche Phosphate, das bewirkt der unruhig strebende Mensch künstlich und gewaltsam mit Hilfe der aus den Kiesen dargestellten Schwefelsäure" (G. vom Rath, Naturwissenschaftliche Studien. Bonn 1879).

Der **Wavellit** kommt in kleinen, nadelförmigen Krystallen, welche dem rhombischen System angehören, meist jedoch in kugeligen, traubigen oder nierenförmigen Gestalten von faserig-strahligem Gefüge vor. Er ist

farblos, oft gelblich oder graulich, zuweilen auch schön grün und blau gefärbt, glasglänzend, durchscheinend, etwa so hart wie Flußspat (H = 3,5 — 4) und 2,3 — 2,5 mal so schwer als Wasser. Seine chemischen Bestandteile sind Phosphorsäure, Thonerde und Wasser. Im Glaskölbchen erhitzt, giebt er Wasser, auf Kohle schwillt er an und wird schneeweiß, mit Kobaltlösung blau; er wird von Säuren sowohl, als auch von Kalilauge gelöst. — Wavellit findet sich bei Langenstriegis bei Frankenberg in Sachsen auf Klüften von Kieselschiefer, bei Staffel in Nassau in Drusen des Phosphorits, am Dünsberg bei Gießen, bei Amberg in Bayern, im Sandstein bei Zbirow unweit Horzowitz in Böhmen.

Der **Türkis** (Kalait) kommt in Trümmern und Adern, in nierenförmigen, traubigen oder stalaktitischen Gebilden, als Überzug, eingesprengt und in kleinen Geröllstücken, aber nicht krystallisiert vor. Seine Farbe ist eigentümlich hellblau (himmelblau), seltener grünlich (spangrün); sein Strich ist grünlich-weiß. Er ist undurchsichtig oder kaum kantendurchscheinend, schwach wachsglänzend bis matt, so hart wie Feldspat (H = 6) und etwa 2,7 mal so schwer als Wasser (G = 2,62 — 2,8). Im wesentlichen ist er ein wasserhaltiges Aluminiumphosphat (d. h. er besteht aus Phosphorsäure, Thonerde und Wasser), dem etwas Kupfer- und Eisenoxyd-Phosphat beigemengt sind, doch ist die Zusammensetzung nicht in allen Abänderungen übereinstimmend, namentlich scheint der grüne Türkis ein sehr verschieden gebildetes Gemenge zu sein. Im Glaskölbchen zerknistert er heftig, wird beim Glühen schwarz und später braun. Vor dem Lötrohr ist er unschmelzbar, er färbt aber den Saum der Flamme grün (wenn man ihn zuvor mit Salzsäure betupft, einen Augenblick blau); die Ursache dieser Färbung ist das in ihm enthaltene Kupfer. In Säuren ist er löslich. Kocht man eine Probe in einem Probiergläschen mit etwas Schwefelsäure, so ist sie in einer Minute ganz aufgelöst; kocht man ein Stückchen in einem eisernen Löffel mit etwa 4 mal so viel Kali und etwa 12 Tropfen Wasser, und gießt, wenn es nötig ist, Wasser nach, so löst sich das Stückchen innerhalb weniger Minuten auf, und in der Flüssigkeit schwimmen braune Flocken. — Der Türkis findet sich z. B. bei Ölsnitz und Meßbach im sächsischen Vogtlande und bei Jordansmühle in Schlesien auf Kieselschiefer; jedoch in weniger schönen Varietäten, die nur für den Mineraliensammler von Interesse sind. Sehr schöne Steine dagegen kommen aus Persien, wo sie bei Mesched und Nischapur, nordwestlich von Herat auf Klüften im Kieselschiefer vorkommen; auch im Megarathal am Sinai tritt schöner Türkis mit schaligem

Brauneisenerz auf Klüften eines Porphyrs auf. — Was dem Türkis als Schmuckstein hohen Wert verleiht, ist seine schöne himmelblaue Farbe, die in dieser Weise kein anderer Edelstein zeigt. Erbsengroße Exemplare von himmelblauer Farbe wurden daher gewöhnlich mit 15—20 ℳ bezahlt; größere sind bedeutend teurer; die grünlichen sind fast wertlos. Am häufigsten wird der Türkis in Vergißmeinnichtform zu Schmuck verwendet, und es giebt kaum eine schönere Zusammenstellung von Edelsteinen als Türkise, die einen Topas oder Diamant umschließen. Merkwürdigerweise kommt der Türkis auch in einer Verfälschung vor, die die Natur selbst hervorgebracht hat. Es sind dies die versteinerten Zähne vorweltlicher Tiere (Mastodon, Dinotherium), deren mehrere Linien dicker Schmelz, der am Stahle noch Funken giebt, nicht bloß blaue Wolken enthält, sondern, im Feuer vorsichtig erwärmt, gänzlich blau wird. Die festesten Stücke werden wie echter Türkis geschliffen und auch unter dem Namen Türkis verkauft, im Gegensatz zu ersterm aber als Zahntürkis oder Beintürkis bezeichnet. „Bei den von mir angestellten Versuchen", sagt Lenz, „verhielt sich vor dem Lötrohr, in Schwefelsäure und Kali dieser wie jener; auch zeigte die polierte, gewölbte Seite der Steinchen unter dem Vergrößerungsglas keinen wesentlichen Unterschied; die untere (flache) Seite hat dagegen beim Zahntürkis in der Regel verschiedene kleine Grübchen. Zieht man auf dieser Seite mit einer feinen Feile hin, so bemerkt man auch, daß sie stärker eingreift als beim echten Türkis."

4. Ordnung. Borsaure Salze, Borate.

Die Borate schmelzen vor dem Lötrohr und sind im Wasser teils löslich, teils unlöslich. Mit Schwefelsäure befeuchtet, erteilen sie (die Borsäure für sich) dem äußern Mantel der Lötrohrflamme eine zeisiggrüne Färbung. Mit Schwefelsäure und Alkohol gemischt, erteilen sie dem letzteren die Eigenschaft, mit grüner Flamme zu brennen. — Es gehört hierher der Borax, der Boracit und der Sassolin.

Der **Borax** (Tinkal) bildet Körner und Krystalle von kurz-säulenförmiger Gestalt, welche dem monoklinischen System angehören und mit den Krystallen des Augit Ähnlichkeit haben. Er ist selten ganz farblos, gewöhnlich graulich-, gelblich- oder grünlich-weiß, fettglänzend und durchsichtig bis durchscheinend, im Strich weiß. Sein Geschmack ist süßlich-laugenhaft (süßlich-alkalisch). An Härte übertrifft er das Steinsalz (H = 2,5), aber nicht an Gewicht (G = 1,7—1,8). Er besteht aus Borsäure

reichen Gedanken, heiße Dampfstrahlen zu erbohren und mit ihrer Hilfe das borsäurehaltige Wasser seines Sees abzudampfen. Es gelang ihm dies in der vollkommensten Weise, so daß Larderels Monopol gebrochen wurde. Ähnlich der Halbinsel Apscheron im Kaspischen See bietet also die toscanische Maremme nicht nur ein wertvolles Rohprodukt, sondern auch in denselben Quellen das Mittel zur Fabrikation dar. Die jährliche Borsäureproduktion Toscanas beträgt gegen $2\frac{1}{2}$ Millionen kg, stellt aber trotzdem nur einen geringen Teil derjenigen Menge dar, welche zwischen Volterra und Massa in die Atmosphäre entweicht. — Der Sassolin wird hauptsächlich zur Darstellung des Borax oder borsauren Natrons benutzt.

5. Ordnung. **Salpetersaure Salze,** Nitrate.

Die salpetersauren Salze verpuffen, wenn sie auf Kohle erhitzt werden. Sie sind im Wasser sehr leicht und auch in starkem Weingeist ganz oder teilweise löslich. Sie sind auch leicht an ihrem salzig-kühlenden Geschmack zu erkennen. — Es gehört hierher der Kalisalpeter und der Natronsalpeter (Chilesalpeter).

Der **Kalisalpeter** oder gewöhnliche Salpeter erscheint in der Natur nur in nadelförmigen oder haarförmigen Krystallen, sowie als flockiger und mehlartiger Beschlag oder in feinkörnigen Krusten. Durch Auflösung desselben in Wasser und Abdampfen des letztern kann man jedoch schöne weiße oder farblose, durchsichtige bis durchscheinende, säulenförmige, oben und unten dachförmig zugeschärfte Krystalle erhalten, welche dem rhombischen System angehören. In den Handel kommt er in Form von unregelmäßigen Stengeln oder Körnern. Von anderen Salzen ist er leicht durch den salzig-kühlenden Geschmack zu unterscheiden, sowie durch die Eigenschaft, in Berührung mit glühender Kohle zu verpuffen. An Härte gleicht er dem Steinsalz ($H = 2$). Er ist ferner fast 2 mal so schwer als Wasser ($G = 1{,}9 — 2$) und besteht aus Salpetersäure (53,47 Prozent) und Kali (46,53 Prozent). In trockener Luft verändert er sich nicht; im Wasser ist er leicht löslich. Taucht man die glühende Spitze des Platindrahts in gepulverten Salpeter, so schmilzt er sehr leicht vor dem Lötrohr und färbt dabei die Flamme violett. Mengt man 3 Teile gepulverten Salpeter mit 1 Teil gepulverter Holzkohle, legt die Mischung auf starkes Papier und zündet sie an, so verbrennt sie sehr heftig. Pulvert man 6 Teile Salpeter, 1 Teil Kohle und 1 Teil Schwefel, so erhält man, wenn man alles gut unter einander mengt, eine Mischung,

welche man bekanntlich Schießpulver nennt. Wenn man ein Gemenge von 48 Teilen Salpeter, 13¼ Teilen Schwefel und 7¼ Teilen Antimonglanz anzündet, so erhält man ein prächtiges Weißfeuer. In Wasser aufgelöster Salpeter ändert die Farbe des roten und blauen Lackmuspapieres nicht. — Der Salpeter findet sich in den Höhlen mancher Kalksteingebirge, wie auf Ceylon, in Calabrien, bei Homburg, bei Belgrad, als Ausblühung des Bodens in Ungarn, Aragonien, in Ostindien. Der größte Salpeterdistrikt Ungarns liegt im nordöstlichen Teile der großen ungarischen Tiefebene, nördlich von der Theiß. Ein kleiner Distrikt zieht sich an der Theiß von Szolnok bis Titel hinab. Hier wird der Salpeter in den sogenannten Kehrplätzen, welche gewöhnlich in der Nähe der Hausgärten und Ansiedelungen liegen und von allem Pflanzenwuchse freigehalten werden, im Herbste, wo er als weißlicher Überzug des Bodens erscheint, gesammelt und ausgelaugt. In der Gangesebene in Ostindien ist der Boden stellenweise bis zu einer Tiefe von 150 Fuß mit Salpeter durchzogen. Außerdem erzeugt sich der Kalisalpeter im allgemeinen da, wo tierische und pflanzliche Stoffe verwesen, z. B. in Stallungen, Mistbeeten, Anhäufungen von Bauschutt u. s. w. Die tierischen Stoffe geben den Stickstoff zur Bildung der Salpetersäure, die pflanzlichen liefern das Kali. — Der Salpeter wird namentlich zur Bereitung des Schießpulvers, zur Darstellung der Salpetersäure, als Beizmittel in der Färberei und Druckerei, als Flußmittel in der Glasfabrikation, als Zusatz zum Kochsalz beim Einpökeln des Fleisches, in der Feuerwerkerei und als Arzneimittel verwendet.

Ein treuer Begleiter des Kalisalpeters ist der **Kalksalpeter**, der nicht selten auch für Kalisalpeter gehalten wird. Er hat unter allen Salpeterarten den weitesten Verbreitungsbezirk, da er sich an allen kalkhaltigen Orten, seien es nun kalkhaltige Gesteine oder Mauern, erzeugt, sowie diese mit tierischen oder pflanzlichen Fäulnisstoffen in Berührung kommen. Er bildet weißliche, flockige, aus haar- und nadelförmigen Krystallen bestehende Ausblühungen und Beschläge, die bei feuchter Luft zerfließen, bei trockener Luft aber wieder erscheinen. Sein Geschmack ist scharf und bitter. Auf glühende Kohlen geworfen, verpufft er, beim Glühen zersetzt er sich leicht und giebt einen Rückstand, der im Dunkeln leuchtet. Beim Erwärmen in konzentrierter Schwefelsäure giebt er unter Entwickelung salpetersaurer Dämpfe einen weißen Niederschlag von schwefelsaurem Kalk oder Gips. Er besteht aus Salpetersäure, Kalkerde und Wasser. Wo er sich in größerer Menge findet, wird er durch Zusatz von Kalisalzen zur Darstellung von Kalisalpeter benutzt.

Der **Natronsalpeter** (Chilesalpeter) wird seit dem Jahre 1828 in großer Menge aus Peru und Chile in den Handel gebracht. Er kommt krystallisiert (in stumpfen Rhomboëdern), in Körnern und in derben Massen vor und ist in Geschmack, Farbe, Glanz, Durchsichtigkeit, Härte (H = 1,5 — 2) und Gewicht (G = 2,1 — 2,2) dem Kalisalpeter ziemlich gleich; er besteht aber aus Salpetersäure (63,53 Prozent) und Natron (36,47 Prozent) und der Chemiker bezeichnet ihn als salpetersaures Natron. In Wasser ist er leicht löslich; an der Luft wird er leicht feucht und darum verpufft er auch nicht so rasch und schwächer als der Kalisalpeter. Am Platindraht schmilzt er vor dem Lötrohr leicht, indem er die Flamme gelb färbt (der Kalisalpeter färbt die Flamme violett). Er dient hauptsächlich zur Darstellung von Salpetersäure (indem man sein Natron durch Schwefelsäure von der Salpetersäure trennt) und Kalisalpeter (indem man sein Natron durch Kali abscheidet), auch zur Bereitung englischer Schwefelsäure und des Glaubersalz; zur Schießpulverfabrikation ist er jedoch, weil er stark Feuchtigkeit aus der Luft zieht, nicht brauchbar. — Die kolossalen Massen von rohem Natronsalpeter, welche Peru besitzt, sind nächst dem Guano der größte Schatz des Landes, zugleich ein noch ungelöstes Problem der Wissenschaft. Er erstreckt sich nach G. vom Rath über sehr große Flächen der Umgebung von Tarapacá und bildet Schichten bis zu 1, ja 2 m Mächtigkeit. Von welcher Bedeutung diese Gewinnung ist, erhellt aus der Thatsache, daß Peru im Jahre 1876 320 490 Tonnen Natronsalpeter ausführte, dessen Preis auf dem Markt zu Liverpool zwischen 248 ℳ und 283 ℳ für die Tonne schwankte. Nimmt man als Mittelpreis 266 ℳ an, so berechnet sich die Ausfuhr von 1876 auf 85 253 000 ℳ. Es ist diese Summe 6½ mal so groß als die mittlere jährliche Silbergewinnung Perus in den letzten 20 Jahren. Über die Lagerstätte des Natronsalpeters kann man sich nach folgenden Angaben eine Vorstellung machen. Vom Gestade des großen Ozeans bis Iquique erhebt sich das Land in vier deutlichen Terrassen. Die erste, gegen 5 Meilen breit und 100 — 200 m hoch, ist mit Land und Salz bedeckt und von jeglicher Vegetation entblößt. Es folgt landeinwärts die Pampa del Tamarugal, 5 Meilen breit, 1000 — 2000 m hoch. Sand, Salz und Natronsalpeter bedecken die Oberfläche dieser Terrasse, der eine dritte von 4 Meilen Breite und 2000 bis 2300 m Höhe folgt. Dann erhebt sich die vierte Terrasse, 3600 bis 4000 m hoch, und diese lehnt sich unmittelbar an den hohen beschneiten Kamm der Kordilleren an. Besonders reich an Salpeter ist der Westrand der Pampa del Tamarugal, sowie das Gehänge, mit welchem

dieselbe gegen die Küstenterrasse sich senkt. Je näher gegen die Küste, um so mehr mischt sich dem Salpeter Salz bei und in der Entfernung von etwa 3 Meilen verschwindet der Salpeter ganz. Besonders bemerkenswert ist wohl auch die Lagerung desselben in den beckenförmigen Vertiefungen der Pampa, welche vollkommen das Gepräge von eingetrockneten Seen darbieten. Während nämlich der Boden jener Becken mit einer gegen 1 m dicken Salzschicht bedeckt ist, treten am Gehänge Salpeterlager auf. In den letzteren, sowie in den die Unterlage bildenden Schichten haben sich Reste von Seemuscheln gefunden. Obgleich es demnach keinem Zweifel unterliegen kann, daß das Meer eine wesentliche Rolle bei der Entstehung der Salpeterlagerstätten gespielt hat, so ist die Herkunft und Bildung der Salpetersäure doch noch nicht genügend erklärt.

6. Ordnung. Salzsaure Salze, Chloride.

Die salzsauren Salze sind im Wasser löslich. Mit Mangansuperoxyd (Braunstein) und Schwefelsäure erhitzt, entwickeln sie Chlorgas, das man leicht an seiner Farbe, seinem Geruch u. s. w. erkennen kann. Ihre wässerigen Lösungen geben mit Silberlösung (einer Lösung von salpetersaurem Silber) einen weißen, käsigen Niederschlag (von Silberchlorid), der sich am Lichte schwärzt. — Es gehört hierher das Steinsalz und der Salmiak.

Das **Steinsalz** (Chlornatrium), im gewöhnlichen Leben Kochsalz oder schlechtweg Salz genannt, erscheint in der Natur krystallisiert, hauptsächlich aber in unregelmäßigen, derben Massen. Die Krystalle sind fast stets Würfel oder Hexaëder, haben oft beträchtliche Größe, sind farblos und durchsichtig und lassen sich leicht parallel den Flächen spalten und in kleinere Würfel zerteilen. Löst man Steinsalz im Wasser auf (etwa 6 Lot in einem Pfund kühlen Wassers) und läßt man dann die Lösung in einer flachen Schale verdunsten, so bedeckt sich der Boden der Schale mit kleinen Salzwürfeln, die um so schöner und größer werden, je langsamer die Lösung verdunstet und je gleichmäßiger die Wärme des Zimmers ist, in dem dies geschieht. Wenn man dagegen die Verdunstung der Lösung durch Hitze beschleunigt, so entstehen (wie beim Verdampfen der Salzsole) hohle oder trichterförmige, vierseitige Pyramiden, welche aber bei näherer Betrachtung aus lauter kleinen, treppenförmig angeordneten Würfelchen zusammengesetzt sind. Löst man ein Stück gewöhnlicher Soda (kohlensaures Natron) in Wasser auf und setzt man der Lösung so lange

Salzsäure (Chlorwasserstoffsäure) tropfenweise zu, als sich durch deren Hinzukommen Gasbläschen (die aus Kohlensäure bestehen) bilden, so hat man sämtliches Natron der Flüssigkeit in Chlornatrium und die Flüssigkeit selbst in Salzwasser verwandelt, durch dessen Verdunstung man Kochsalzkrystalle in großer Menge erzeugen kann.

Die derben Massen haben blätteriges, faseriges, körniges oder dichtes Gefüge und eine weiße, (oder infolge verschiedener Beimengungen) graue, rote, gelbe, seltener eine blaue oder grüne Farbe.

Das Steinsalz besitzt Glasglanz, muscheligen Bruch, ist etwas spröde, durchsichtig bis undurchsichtig, 2,2 mal so schwer als Wasser ($G = 2{,}2$) und steht auf der zweiten Härtestufe ($H = 2$). Sein Geschmack wird als rein salzig bezeichnet. Höchst merkwürdig ist sein Verhalten gegen Wärmestrahlen. Wenn man nämlich ein plattenförmiges Spaltungsstück Steinsalz in entsprechender Entfernung über eine Gasflamme und die Hand dahinter hält, so fühlt man die Hitze der Flamme fast ebenso, wie ohne die Steinsalzplatte. Nimmt man dagegen statt der Steinsalzplatte eine Glimmertafel und hält sie einige Sekunden lang an dieselbe Stelle, so fühlt man auffälligerweise die Hitze der Flamme gar nicht. Man sieht aus diesem Versuch, daß die Steinsalzplatte fast alle Wärmestrahlen (wie das Glas die Lichtstrahlen) durchläßt (oder diatherman ist), der Glimmer aber nicht (sich also adiatherman zeigt).

Die chemischen Bestandteile des reinen Steinsalzes sind Natrium und Chlor (39,31 Prozent Natrium, 60,69 Prozent Chlor); sehr oft enthält es aber außer diesen Bestandteilen etwas Chlormagnesium und Gips, bisweilen auch etwas Chlorcalcium. Wenn Steinsalz an der Luft liegt, so zieht es aus derselben Feuchtigkeit an und zerfließt allmählich, und zwar um so leichter, je mehr es Chlormagnesium oder Chlorcalcium enthält. Man kann daher das Steinsalz nur an trockenen Orten in Säcken aufbewahren, an weniger trockenen Orten muß es in Fässern, in Porzellangefäßen, unglasierten Steinzeuggefäßen oder in Glasgefäßen geschehen. Gefäße von Eisen, Kupfer, Messing, Zinn, Blei und glasierte Thongefäße werden in längerer oder kürzerer Zeit vom Kochsalz zerstört, auch wird durch sie das letztere schädlich und giftig. Beim Erhitzen zerschmilzt das Steinsalz, namentlich das durch künstliche Abdampfung aus Salzsolen erhaltene, indem es in kleine Stückchen zerspringt, die oft weit fortfliegen (weil die Krystalle gewöhnlich etwas Wasser einschließen). Vor dem Lötrohr auf Kohle schmilzt es leicht zu einem weißen, durchscheinenden Tropfen, dessen Oberfläche sich beim Erkalten mit vielen kleinen Würfeln bedeckt. Im Platindraht geschmolzen, färbt es die Flamme

rötlich-gelb, nach Zusatz von etwas Phosphorsalz mit Kupferoxyd schön blau. In der Weißglühhitze verflüchtigt es sich als weißer, geruchloser Dampf. Im Wasser ist es leicht löslich und zwar löst es sich in warmem Wasser nicht mehr auf als in kaltem; in 100 Teilen Wasser lösen sich 27 Teile Steinsalz auf. Das sogenannte Knistersalz verknistert infolge mechanisch eingeschlossener verdichteter Gase (Wasserstoff, Kohlensäure, Kohlenoxyd) bei der Auflösung im Wasser. Schüttet man in ein Weinglas einen Theelöffel voll Kochsalz und gießt man etwas Schwefelsäure darauf, so entweichen Dämpfe, welche aus Salzsäure bestehen. Mischt man 3 Teile Kochsalz mit 2 Teilen Schnee (oder gepulvertem Eis) oder 2 Teile Kochsalz, 1 Teil Salmiak und 5 Teile Schnee, so erhält man im ersten Falle eine Kälte von 17°, im zweiten Falle eine Kälte von 24° C.

Das Steinsalz ist ein sehr verbreitetes und äußerst wichtiges Mineral, das fast überall (aber noch nicht auf der skandinavischen Halbinsel, in Holland, Belgien, in Böhmen, Schlesien und im Königreich Sachsen) aufgefunden worden ist. Es bildet mächtige Lager und Stöcke, welche entweder mit Gips, Anhydrit und salzhaltigem Thon (Salzthon) wechsellagern oder von Lagern dieser Gesteine ganz umschlossen werden, es bedeckt als Ausblühung des Bodens oft weite Landstriche, es findet sich als Anflug an den Kraterwänden mehrerer Vulkane und in den Klüften mancher Lavaströme (z. B. am Vesuv), es kommt aufgelöst im Wasser vor und zwar in Quellen (Solquellen), Seen und im Meer.

Wichtige Steinsalzlager sind bei Inowraclaw in Posen, bei Segeberg in Holstein, bei Sperenberg südlich von Berlin (das Lager wurde 1867 in einer Tiefe von 90 m erbohrt und das Steinsalz in vollständiger Reinheit bis zur Tiefe von 1550 m verfolgt, ohne daß man sein Liegendes erreichte), bei Schöningen im Herzogtum Braunschweig, bei Schönebeck bei Magdeburg, bei Staßfurt an der anhaltinischen Grenze (südlich von Magdeburg), bei Erfurt, Artern und Salzungen in Thüringen, am Neckar und Kocher, z. B. bei Schwäbisch-Hall und bei Jagstfeld in Württemberg, bei Dieuze in Lothringen, in den Alpen bei Reichenhall und Berchtesgaden in Oberbayern, im sogenannten Salzkammergut und den angrenzenden Ländern, insbesondere bei Hallein in Salzburg, Hallstadt und Ischl in Oberösterreich und Aussee in Steiermark, bei Hall in Tirol, bei Bex im Kanton Waadt in der Schweiz, zu beiden Seiten der Karpathen bei Wieliczka und Bochnia in Galizien, bei Slatina und Ronaszek in Ungarn, bei Maros-Ujvar in Siebenbürgen; bedeutende Steinsalzlager sind ferner in Unteritalien (bei Castrovillari),

Spanien, England, Rußland, in Kleinasien, Armenien, in Süd- und Nordamerika. Bei Cardona in Catalonien in Spanien tritt ein Salzstock zutage, der einen 550 Fuß hohen, steil ansteigenden Berg bildet, welcher eine Stunde im Umfang hat und mit seinen Hörnern und Zacken einem Gletscher ähnelt. Mit echt spanischem Pathos sagt das reich illustrierte Werk von Francisco Pi y Margal über denselben: „Zwischen West und Süd, etwas entfernt von der Stadt, zeigen sich die berühmten Salzberge, auf denen sich die Sonne spiegelt wie auf dem belaubten Gezweig eines Baumes, dessen Laub der Regen beträufelt hat. Zackige Pyramiden heben sich davon ab, in tausend Farben gemalt, und funkeln an allen Seiten wie die mit Juwelen geschmückten Tabernakel unserer gotischen Dome. An den Abhängen der Felsen öffnen sich weite Höhlen, so weiß wie Schnee. Aber die Schönheit dieser Berge ist die größte Zeit des Jahres verhüllt. Nur wenn anhaltende Regen die staubige Decke abgewaschen haben, und die Sonne mit ihrem vollen Glanze darauf fällt, kann man das bunte Farbenspiel würdigen und die Schönheit der Lichtreflexe, welche wir rühmten." — Als Ausblühung des Bodens kommt das Steinsalz z. B. in den Steppen am Kaspisee und Aralsee, in Persien, in den Wüsten Afrikas, Arabiens, Abyssiniens, in Chile, Peru, Mexiko und an anderen Orten Amerikas vor. Bekannte Salzquellen (Solquellen) sind Kösen bei Naumburg an der Saale, Wittekind bei Halle an der Saale, Salzungen im Herzogtum Sachsen-Meiningen (südlich von Eisenach), Kissingen in Unterfranken (Bayern), Soden und Nauheim in Hessen-Nassau, Kreuznach in der Rheinprovinz, Reichenhall in Oberbayern, Ischl und Hall (südlich von Linz) in Oberösterreich. — Zahlreiche Salzseen finden sich im südlichen Rußland zwischen der Wolga, dem Aralsee und dem Kaspisee, in der sogenannten Kirgisensteppe. Der bekannteste unter ihnen ist der Eltonsee in der Nähe der untern Wolga (östlich vom letzten Wolgaknie), ein seichter, nur $^1/_2$—$1\frac{1}{2}$ m tiefer See von 7 Meilen Umfang, in welchen 8 salzhaltige Flüßchen münden, die ihren Salzgehalt dem salzhaltigen Boden der Steppe, den sie auslaugen, entnehmen. Reich an Salzseen ist ferner das Hochland von Tibet. Einer der bekanntesten Salzseen ist auch das Tote Meer in Palästina, ein See von 10—12 Meilen Länge und 2—3 Meilen Breite, der wegen seiner tiefen Lage (392 m unter dem Mittelmeerspiegel) keinen Abfluß hat, und von dem Jordan, der sehr reich an salzigen Bestandteilen (vorzugsweise an Chlornatrium und Chlormagnesium) ist, gespeist wird. Sein Wasser ist eine beinahe gesättigte Salzlauge, die fast 25 Prozent fester Bestandteile (darunter über 7 Pro-

zent Chlornatrium) enthält, so daß Tiere darin nicht leben können. Bekannt ist der Umstand, daß Menschen von dem Wasser getragen werden und nicht untersinken. Davon erzählte schon um das Jahr 30 v. Chr. Diodorus Siculus, und Flavius Josephus fügt (um das Jahr 90 n. Ch.) hinzu, „daß Vespasian einmal einige des Schwimmens unkundige Leute mit auf den Rücken gebundenen Händen in den See werfen ließ, daß sie aber alle wieder empor kamen und dann obenauf lagen". Ein berühmter Salzsee in Nordamerika ist der Große Salzsee von Utah im Gebiete der Mormonen, westlich vom Felsengebirge, 14 geographische Meilen lang, 6—7 Meilen breit. Er enthielt 1852 bei niedrigem Wasserstand über 22 Prozent, im Jahre 1873 bei 10 Fuß höherm Wasserstand 13,4 Prozent aufgelöster Salze, darunter vorherrschend Chlornatrium. Salzseen finden sich ferner auch in Afrika und in Australien, wo der Mangel an süßem Wasser die Erforschung des Innern so sehr erschwert. — Das Meerwasser enthält durchschnittlich 3,5 Prozent aufgelöste Salze, darunter 2,7 Prozent Kochsalz. Man hat allen Grund zu glauben, daß alle die großen Steinsalzlager, die jetzt zum Teil in großer Tiefe ausgebeutet werden, durch unmittelbaren Absatz aus dem Meerwasser (durch Verdunsten abgetrennter Meeresteile, die jedoch mit dem Meere noch in Verbindung stehen) oder aus den Gewässern von Binnenseen hervorgegangen sind, von deren in Lösung befindlichen Bestandteilen Chlornatrium das hauptsächlichste war. Ein sehr schönes Beispiel für die Bildung der Salzlager gewährt der Kaspisee und zwar da, wo an seiner Ostseite der Meerbusen Kara-bugas liegt. In diesen Meerbusen, oder vielmehr Nebensee, führt ein Kanal von nur 100 m Breite und 1,6 m Tiefe. Die austrocknenden Ostwinde, welche über den Kara-bugas streifen, verdunsten sein Wasser so rasch, daß in dem kurzen Kanale eine fortwährende lebhafte Strömung herrscht, um den Unterschied im Niveau auszugleichen. Auf diese Weise wird aus dem großen Kaspisee ununterbrochen Salzlösung fortgeführt, deren Salzgehalt nur in dem Becken des Kara-bugas zum Absatz kommen kann, und nach der Wassermenge, welche täglich den kurzen Kanal passiert, läßt sich berechnen, daß täglich 60 000 Zentner neues Salz auf dem Boden jener großen Abdampfungspfanne abgeschieden werden; das macht im Jahre ein Quantum von 22 Millionen Zentnern.

Die Gewinnung des Steinsalzes erfolgt je nach der Art seines Vorkommens auf sehr verschiedene Weise.

Wo das Salz als Ausblühung des Bodens vorkommt, wie in den Steppen Rußlands, wird es durch bloßes Auffammeln gewonnen. Tritt

und Schlaggenwald im Erzgebirge, im Zillerthal und Sulzbachthal in Tirol, am St. Gotthard, in Cornwall, bei Arendal, Snarum, Krageröe in Norwegen, in Canada. Zwischen Langesund und Oestre-Risör im südlichen Norwegen bildet der Apatit Gänge, die bis 1 m mächtig sind, zwar nur geringe Länge besitzen, aber sich an vielen Punkten wiederholen und auch Glimmer, Hornblende, Rutil, Titaneisenerz führen. In Canada kommt der Apatit sehr reichlich und in bis mehrere Fuß langen, über 1 Fuß dicken und mehrere Zentner schweren Krystallen, aber auch — in den Umgebungen von Elmsley und Burgeß — in einem selbständigen, gegen 10 Fuß mächtigen Lager vor, von welchem 3 Fuß fast nur aus meergrünem Apatit mit geringen Beimengungen von schwarzem Glimmer bestehen. Der Phosphorit kommt in Spanien, Bayern (bei Amberg und Pilgramsreuth und zwar hier erdig), Nassau vor. Seine schönsten Abänderungen sind wohl diejenigen, welche bei Staffel, unweit Limburg an der Lahn, in hellgrünen, traubigen und nierenförmigen Gestalten vorkommen und unter dem Namen Staffelit als besonderes Mineral angesehen worden sind, weil sie bis zu 9 Prozent kohlensauren Kalk, auch etwas Wasser und Spuren von Jod enthalten. — Wo sich der Phosphorit in größerer Menge findet, wird er, da er wegen seines Gehaltes an Phosphorsäure, Kalkerde und Fluor ein wichtiges Düngemittel ist, zur Veredelung des Ackerbodens benutzt. Sein Vorkommen in Nassau ist über einen Raum von sechs geographischen Meilen Länge und vier Meilen Breite bekannt und hat schon im Jahre 1867 eine Million Zentner geliefert. Die Gruben von Bamle bei Langensund in Norwegen lieferten in drei Jahren (in den Jahren 1872—1874) über 8000 Tonnen (zu 20 Zentner) Apatit im Werte zu 450 000 ℳ (für den Zentner rohen Apatit wurden demnach 2 ℳ 81 ₰ bezahlt). — Der Apatit wurde zuerst auf den Zinnerzgängen von Ehrenfriedersdorf in Sachsen entdeckt und wegen seiner regelmäßigen sechsseitigen Säulen lange Zeit mit dem Beryll verwechselt.

„Der Apatit", sagt G. vom Rath, „kann in gewisser Hinsicht als das edelste Produkt des Mineralreichs betrachtet werden, denn diesem Mineral entnimmt die schaffende Natur die wesentlichste Substanz, woraus das Knochengerüst der Wirbeltiere und des Menschen auferbaut ist, den phosphorsauren Kalk. Doch in weit höheren Formen und Zuständen geht der Phosphor in die organischen Gebilde selbst ein. Phosphor bildet einen Bestandteil des Protoplasma, jenes wunderbaren, lebendigen Wesens, welches gestaltend und schaffend in der Zelle thätig ist. Durch die ganze organische Schöpfung folgen wir

dem Phosphor bis zum geheimnisvollsten Naturgebilde, dem menschlichen Gehirn. Die Phosphoratome des Protoplasma der Pflanzenzelle, sowie diejenigen unseres Denkorgans — einstmals gehörten sie — vor einem Jahre oder vor Millionen Jahren — dem Mineral Apatit an; dies ist die ursprüngliche Verbindung, in welcher die Natur die weitaus größte Menge des Phosphor niederlegte. Spät erst enthüllten sich unserer Forschung die materiellen Grundlagen des organischen Lebens. Ein Jahrhundert ist vergangen, seit Abraham Gottlob Werner den Apatit erkannte und als „Betrüger" bezeichnete, weil er sich durch dieses Mineral zuerst getäuscht sah. Er vermutete dann in diesem Steine phosphorsauren Kalk, den 13 Jahre später Klaproth auffand. Es war der erste Nachweis des Phosphors im Steinreich. Daß aber dieses Mineral eines der unschätzbarsten irdischen Güter, ja eine notwendige Bedingung des organischen Lebens sei, gelangte erst um die Mitte dieses Jahrhunderts zu allgemeiner Anerkennung. Seitdem sucht man Lagerstätten des Apatit und seiner sekundären Bildungen mit kaum geringerer Energie, als ob es sich um Gold handele. — Rastloser als je zuvor strebt der Mensch dahin, die Mittel seiner Existenz zu vermehren, Nahrungswerte zu schaffen, die Erträge der Felder zu erhöhen. Da 100 Pfund Körnerfrucht (Weizen oder Roggen) dem Acker ungefähr 1 Pfund Phosphorsäure entnehmen, so gilt es, diese in genügender Menge stets wieder zu ersetzen. So sehen wir denn die Phosphate hineingezogen in die Bahnen des Handels und der Industrie. In allen Fernen und Tiefen sucht man sie auf: auf den verlorenen Inseln des Weltmeeres, an den regenlosen Küsten Perus, in den Höhlen Australiens, in allen sedimentären Formationen, ja selbst auf den Schlachtfeldern der Menschen. Tausende von Zentnern Knochen deutscher Freiheitshelden, auch tapferer Russen, die vor Sebastopol kämpften, düngen die Fluren Englands. — Alle diese Lagerstätten betreffen Phosphate, welche bereits einmal oder vielmals am Aufbau organischer Wesen teilgenommen. Nicht so der Apatit Norwegens und Canadas. Dieser gehört zu den durch alle Zeiten noch unerschlossenen Urschätzen der Erde. Was die Natur im Laufe unabsehbarer Zeiträume erreichte, die Zersetzung des Apatits und seine Umwandelung in lösliche Phosphate, das bewirkt der unruhig strebende Mensch künstlich und gewaltsam mit Hilfe der aus den Kiesen dargestellten Schwefelsäure" (G. vom Rath, Naturwissenschaftliche Studien. Bonn 1879).

Der **Wavellit** kommt in kleinen, nadelförmigen Krystallen, welche dem rhombischen System angehören, meist jedoch in kugeligen, traubigen oder nierenförmigen Gestalten von faserig-strahligem Gefüge vor. Er ist

farblos, oft gelblich oder graulich, zuweilen auch schön grün und blau gefärbt, glasglänzend, durchscheinend, etwa so hart wie Flußspat (H = 3,5 — 4) und 2,3 — 2,5 mal so schwer als Wasser. Seine chemischen Bestandteile sind Phosphorsäure, Thonerde und Wasser. Im Glaskölbchen erhitzt, giebt er Wasser, auf Kohle schwillt er an und wird schneeweiß, mit Kobaltlösung blau; er wird von Säuren sowohl, als auch von Kalilauge gelöst. — Wavellit findet sich bei Langenstriegis bei Frankenberg in Sachsen auf Klüften von Kieselschiefer, bei Staffel in Nassau in Drusen des Phosphorits, am Dünsberg bei Gießen, bei Amberg in Bayern, im Sandstein bei Zbirow unweit Horzowitz in Böhmen.

Der **Türkis** (Kalait) kommt in Trümmern und Adern, in nierenförmigen, traubigen oder stalaktitischen Gebilden, als Überzug, eingesprengt und in kleinen Geröllstücken, aber nicht krystallisiert vor. Seine Farbe ist eigentümlich hellblau (himmelblau), seltener grünlich (spangrün); sein Strich ist grünlich-weiß. Er ist undurchsichtig oder kaum kantendurchscheinend, schwach wachsglänzend bis matt, so hart wie Feldspat (H = 6) und etwa 2,7 mal so schwer als Wasser (G = 2,62 — 2,8). Im wesentlichen ist er ein wasserhaltiges Aluminiumphosphat (d. h. er besteht aus Phosphorsäure, Thonerde und Wasser), dem etwas Kupfer- und Eisenoxyd-Phosphat beigemengt sind, doch ist die Zusammensetzung nicht in allen Abänderungen übereinstimmend, namentlich scheint der grüne Türkis ein sehr verschieden gebildetes Gemenge zu sein. Im Glaskölbchen zerknistert er heftig, wird beim Glühen schwarz und später braun. Vor dem Lötrohr ist er unschmelzbar, er färbt aber den Saum der Flamme grün (wenn man ihn zuvor mit Salzsäure betupft, einen Augenblick blau); die Ursache dieser Färbung ist das in ihm enthaltene Kupfer. In Säuren ist er löslich. Kocht man eine Probe in einem Probierglaschen mit etwas Schwefelsäure, so ist sie in einer Minute ganz aufgelöst; kocht man ein Stückchen in einem eisernen Löffel mit etwa 4 mal so viel Kali und etwa 12 Tropfen Wasser, und gießt, wenn es nötig ist, Wasser nach, so löst sich das Stückchen innerhalb weniger Minuten auf, und in der Flüssigkeit schwimmen braune Flocken. — Der Türkis findet sich z. B. bei Ölsnitz und Meßbach im sächsischen Vogtlande und bei Jordansmühle in Schlesien auf Kieselschiefer; jedoch in weniger schönen Varietäten, die nur für den Mineraliensammler von Interesse sind. Sehr schöne Steine dagegen kommen aus Persien, wo sie bei Mesched und Nischapur, nordwestlich von Herat auf Klüften im Kieselschiefer vorkommen; auch im Megarathal am Sinai tritt schöner Türkis mit schaligem

Brauneisenerz auf Klüften eines Porphyrs auf. — Was dem Türkis als Schmuckstein hohen Wert verleiht, ist seine schöne himmelblaue Farbe, die in dieser Weise kein anderer Edelstein zeigt. Erbsengroße Exemplare von himmelblauer Farbe wurden daher gewöhnlich mit 15—20 ℳ bezahlt; größere sind bedeutend teurer; die grünlichen sind fast wertlos. Am häufigsten wird der Türkis in Vergißmeinnichtform zu Schmuck verwendet, und es giebt kaum eine schönere Zusammenstellung von Edelsteinen als Türkise, die einen Topas oder Diamant umschließen. Merkwürdigerweise kommt der Türkis auch in einer Verfälschung vor, die die Natur selbst hervorgebracht hat. Es sind dies die versteinerten Zähne vorweltlicher Tiere (Mastodon, Dinotherium), deren mehrere Linien dicker Schmelz, der am Stahle noch Funken giebt, nicht bloß blaue Wolken enthält, sondern, im Feuer vorsichtig erwärmt, gänzlich blau wird. Die festesten Stücke werden wie echter Türkis geschliffen und auch unter dem Namen Türkis verkauft, im Gegensatz zu ersterm aber als Zahntürkis oder Beintürkis bezeichnet. „Bei den von mir angestellten Versuchen", sagt Lenz, „verhielt sich vor dem Lötrohr, in Schwefelsäure und Kali dieser wie jener; auch zeigte die polierte, gewölbte Seite der Steinchen unter dem Vergrößerungsglas keinen wesentlichen Unterschied; die untere (flache) Seite hat dagegen beim Zahntürkis in der Regel verschiedene kleine Grübchen. Zieht man auf dieser Seite mit einer feinen Feile hin, so bemerkt man auch, daß sie stärker eingreift als beim echten Türkis."

4. Ordnung. Borsaure Salze, Borate.

Die Borate schmelzen vor dem Lötrohr und sind im Wasser teils löslich, teils unlöslich. Mit Schwefelsäure befeuchtet, erteilen sie (die Borsäure für sich) dem äußern Mantel der Lötrohrflamme eine zeisiggrüne Färbung. Mit Schwefelsäure und Alkohol gemischt, erteilen sie dem letzteren die Eigenschaft, mit grüner Flamme zu brennen. — Es gehört hierher der Borax, der Boracit und der Sassolin.

Der **Borax** (Tinkal) bildet Körner und Kryställe von kurz-säulenförmiger Gestalt, welche dem monoklinischen System angehören und mit den Krystallen des Augit Ähnlichkeit haben. Er ist selten ganz farblos, gewöhnlich graulich-, gelblich- oder grünlich-weiß, fettglänzend und durchsichtig bis durchscheinend, im Strich weiß. Sein Geschmack ist süßlich-laugenhaft (süßlich-alkalisch). An Härte übertrifft er das Steinsalz (H = 2,5), aber nicht an Gewicht (G = 1,7—1,8). Er besteht aus Borsäure

(36,7 Prozent), Natron (16,2 Prozent) und Wasser (47,1 Prozent). Im Glaskölbchen schwitzt er viel Wasser aus. Vor dem Lötrohr bläht er sich stark auf, wird schwarz und dann wieder weiß und schmilzt endlich zu einer klaren, farblosen Perle, indem er die Flamme rötlich-gelb färbt. Am Platindraht, an dem er leicht haftet, zeigt er dieselben Erscheinungen, und man erhält, wenn man die Drahtspitze mehrmals glühend in das Boraxpulver taucht und weiter glüht, im Flammenmantel ebenfalls eine schöne, wasserklare Perle, die zu allerlei Versuchen dient. Mit Schwefelsäure befeuchtet, sowie mit Flußspat und schwefelsaurem Kali geschmolzen, färbt er die Flamme grün. Bringt man etwas feingepulverten Borax (2 Teile) und Quarz (1 Teil), fein gemengt, auf die Kohle und glüht man das Gemenge vor dem Lötrohr, so erhält man eine im Wasser unauflösliche, wasserklare Glasperle. In Wasser aufgelöst, färbt Borax rotes Lackmuspapier blau. Löst man Borax in einem Abdampfschälchen von Porzellan in Wasser auf, setzt der Lösung Schwefelsäure zu, verdampft nun die Flüssigkeit und gießt Weingeist auf, so giebt dieser, wenn man ihn nach einiger Zeit anbrennt, eine schön grün spielende Flamme. Wird zu einer Auflösung von Borax eine Säure gegossen, so entsteht kein Aufschäumen. — Der Borax findet sich in losen Krystallen und krystallinischen Körnern an den Ufern mehrerer Seen in Tibet; sehr massenhaft und in bis 7 cm großen Krystallen kommt er auf dem Boden des seichten Clearsees in Kalifornien vor; auch in oberflächlichen Salzablagerungen im Staate Nevada wird er gefunden. — Der Borax dient zu vielen chemischen Versuchen, die im kleinen angestellt werden (zu Schmelzversuchen vor dem Lötrohr), zum Löten der Metalle, weil er von den zu lötenden Stellen alles oxydierte Metall wegnimmt und auflöst (Metalle sich aber nur zusammenlöten lassen, wenn die Lötflächen nicht oxydiert sind), zur Herstellung feiner Gläser und Emails, künstlicher Edelsteine und dauerhafter Glasuren und endlich auch als Heilmittel. Der künstliche Borax, den man aus toscanischer Borsäure (Sassolin) künstlich bereitet, indem man dieselbe mit dem Natron der Soda verbindet, hat den kalifornischen und zentralasiatischen Borax vom europäischen Markte fast ganz verdrängt.

Der **Boracit** ist ein sehr zierliches Mineral, das nur in ringsum ausgebildeten Krystallen des tesseralen Systems, besonders in Hexaëdern, Rhombendodekaëdern und Tetraëdern, gefunden wird. Die meist kleinen Krystalle sind quarzhart (H = 7), etwa 3 mal so schwer als Wasser (G = 2,9 — 3), farblos, weiß oder grau, glasglänzend, durchsichtig und kommen eingewachsen im Gips und Anhydrit am Kalkberge und Schildstein bei Lüneburg in Hannover und bei Segeberg in Holstein vor. Da-

durch, daß sie durch Erwärmen stark polarisch elektrisch werden, sind die sogenannten „Lüneburger Würfel" sehr berühmt geworden. Sie bestehen aus borsaurer Magnesia (Borsäure und Magnesia) und etwas Chlormagnesium und schmelzen vor dem Lötrohr schwierig zu einer (beim Erkalten undurchsichtigen) Perle.

Der **Sassolin** (die Borsäure) kommt in leicht zerreiblichen, feinen Fasern oder Schüppchen vor, denen eine unregelmäßige, sechsseitige Tafel mit schief aufgesetzten Randflächen zugrunde liegt, und die bald ein lockeres Hanfwerk bilden, bald zu krustenförmigen oder stalaktitischen Gestalten vereinigt sind. Er ist farblos oder gelblich-weiß, perlmutterglänzend, durchscheinend, von schwach säuerlichem und bitterlichem Geschmack und fühlt sich fettig an. Seine Härte ist sehr gering (H = 1), sein Gewicht 1,4 — 1,5. Seine chemischen Bestandteile sind Borsäure und Wasser (43,55 Prozent). Vor dem Lötrohr schmilzt er leicht und mit Aufschäumen zu einem klaren, harten Glas, indem er die Flamme dabei hochgelblich-grün (zeisiggrün) färbt. In kochendem Wasser ist er leicht, in kaltem schwer löslich; die Auflösung färbt blaues Lackmuspapier rot. Er löst sich auch in Weingeist auf, und dieser giebt dann angebrannt eine prächtige grüne Flamme. Im Glaskölbchen erhitzt, giebt er Wasser. — Der Sassolin tritt auf der Insel Volcano in großer Menge als Anflug auf den dunklen Lavamassen in Gesellschaft von Schwefel auf; bei Sardello, Sasso und an anderen Orten in Toscana dagegen wird er in großer Menge aus den daselbst ausströmenden heißen Dämpfen gewonnen. Diese Dämpfe treten aus vulkanischen Erdspalten hervor und lagern bei feuchtem Wetter als Wolken auf den Höhen und in den Thälern. Treten sie in einen Wassertümpel, so wird das Wasser von den durchströmenden Dampfmassen so erhitzt, daß es unter starkem Aufwallen siedet. Jahrhunderte und Jahrtausende lang waren diese brodelnden Sümpfe und Dampfquellen gemiedene und gefürchtete, unheimliche Orte, bis der Hofapotheker des Großherzogs von Toscana, Hub. Franz Höfer (gebürtig aus Köln), die Borsäure im Wasser der „Lagoni" genannten Tümpel nachwies (1778). Doch erst Larderel, wegen seiner Verdienste um die toscanische Industrie in den Grafenstand erhoben, unternahm es, die Borsäure der Dämpfe und Sümpfe für die Industrie zu gewinnen; — anfangs ohne besondern Erfolg, bis er die heißen Dämpfe selbst zur Eindampfung des borsäurehaltigen Wassers benutzte (1828). Nachdem Larderel sämtliche Dampfquellen in seinen Besitz gebracht hatte, konnte er 30 Jahre lang die toscanische Borsäuregewinnung monopolisieren. Da kam Durval, Besitzer des Lago zolfureo, auf den sinn-

reichen Gedanken, heiße Dampfstrahlen zu erbohren und mit ihrer Hilfe das borsäurehaltige Wasser seines Sees abzudampfen. Es gelang ihm dies in der vollkommensten Weise, so daß Larderels Monopol gebrochen wurde. Ähnlich der Halbinsel Apscheron im Kaspischen See bietet also die toscanische Maremme nicht nur ein wertvolles Rohprodukt, sondern auch in denselben Quellen das Mittel zur Fabrikation dar. Die jährliche Borsäureproduktion Toscanas beträgt gegen $2\frac{1}{2}$ Millionen kg, stellt aber trotzdem nur einen geringen Teil derjenigen Menge dar, welche zwischen Volterra und Massa in die Atmosphäre entweicht. — Der Sassolin wird hauptsächlich zur Darstellung des Borax oder borsauren Natrons benutzt.

5. Ordnung. **Salpetersaure Salze**, Nitrate.

Die salpetersauren Salze verpuffen, wenn sie auf Kohle erhitzt werden. Sie sind im Wasser sehr leicht und auch in starkem Weingeist ganz oder teilweise löslich. Sie sind auch leicht an ihrem salzig-kühlenden Geschmack zu erkennen. — Es gehört hierher der Kalisalpeter und der Natronsalpeter (Chilesalpeter).

Der **Kalisalpeter** oder gewöhnliche Salpeter erscheint in der Natur nur in nadelförmigen oder haarförmigen Krystallen, sowie als flockiger und mehlartiger Beschlag oder in feinkörnigen Krusten. Durch Auflösung desselben in Wasser und Abdampfen des letztern kann man jedoch schöne weiße oder farblose, durchsichtige bis durchscheinende, säulenförmige, oben und unten dachförmig zugeschärfte Krystalle erhalten, welche dem rhombischen System angehören. In den Handel kommt er in Form von unregelmäßigen Stengeln oder Körnern. Von anderen Salzen ist er leicht durch den salzig-kühlenden Geschmack zu unterscheiden, sowie durch die Eigenschaft, in Berührung mit glühender Kohle zu verpuffen. An Härte gleicht er dem Steinsalz ($H = 2$). Er ist ferner fast 2 mal so schwer als Wasser ($G = 1{,}9 — 2$) und besteht aus Salpetersäure (53,47 Prozent) und Kali (46,53 Prozent). In trockener Luft verändert er sich nicht; im Wasser ist er leicht löslich. Taucht man die glühende Spitze des Platindrahts in gepulverten Salpeter, so schmilzt er sehr leicht vor dem Lötrohr und färbt dabei die Flamme violett. Mengt man 3 Teile gepulverten Salpeter mit 1 Teil gepulverter Holzkohle, legt die Mischung auf starkes Papier und zündet sie an, so verbrennt sie sehr heftig. Pulvert man 6 Teile Salpeter, 1 Teil Kohle und 1 Teil Schwefel, so erhält man, wenn man alles gut unter einander mengt, eine Mischung,

welche man bekanntlich Schießpulver nennt. Wenn man ein Gemenge von 48 Teilen Salpeter, 13¼ Teilen Schwefel und 7¼ Teilen Antimonglanz anzündet, so erhält man ein prächtiges Weißfeuer. In Wasser aufgelöster Salpeter ändert die Farbe des roten und blauen Lackmuspapieres nicht. — Der Salpeter findet sich in den Höhlen mancher Kalksteingebirge, wie auf Ceylon, in Calabrien, bei Homburg, bei Belgrad, als Ausblühung des Bodens in Ungarn, Aragonien, in Ostindien. Der größte Salpeterdistrikt Ungarns liegt im nordöstlichen Teile der großen ungarischen Tiefebene, nördlich von der Theiß. Ein kleiner Distrikt zieht sich an der Theiß von Szolnok bis Titel hinab. Hier wird der Salpeter in den sogenannten Kehrplätzen, welche gewöhnlich in der Nähe der Hausgärten und Ansiedelungen liegen und von allem Pflanzenwuchse freigehalten werden, im Herbste, wo er als weißlicher Überzug des Bodens erscheint, gesammelt und ausgelaugt. In der Gangesebene in Ostindien ist der Boden stellenweise bis zu einer Tiefe von 150 Fuß mit Salpeter durchzogen. Außerdem erzeugt sich der Kalisalpeter im allgemeinen da, wo tierische und pflanzliche Stoffe verwesen, z. B. in Stallungen, Mistbeeten, Anhäufungen von Bauschutt u. s. w. Die tierischen Stoffe geben den Stickstoff zur Bildung der Salpetersäure, die pflanzlichen liefern das Kali. — Der Salpeter wird namentlich zur Bereitung des Schießpulvers, zur Darstellung der Salpetersäure, als Beizmittel in der Färberei und Druckerei, als Flußmittel in der Glasfabrikation, als Zusatz zum Kochsalz beim Einpökeln des Fleisches, in der Feuerwerkerei und als Arzneimittel verwendet.

Ein treuer Begleiter des Kalisalpeters ist der **Kalksalpeter**, der nicht selten auch für Kalisalpeter gehalten wird. Er hat unter allen Salpeterarten den weitesten Verbreitungsbezirk, da er sich an allen kalkhaltigen Orten, seien es nun kalkhaltige Gesteine oder Mauern, erzeugt, sowie diese mit tierischen oder pflanzlichen Fäulnisstoffen in Berührung kommen. Er bildet weißliche, flockige, aus haar- und nadelförmigen Krystallen bestehende Ausblühungen und Beschläge, die bei feuchter Luft zerfließen, bei trockener Luft aber wieder erscheinen. Sein Geschmack ist scharf und bitter. Auf glühende Kohlen geworfen, verpufft er, beim Glühen zersetzt er sich leicht und giebt einen Rückstand, der im Dunkeln leuchtet. Beim Erwärmen in konzentrierter Schwefelsäure giebt er unter Entwickelung salpetersaurer Dämpfe einen weißen Niederschlag von schwefelsaurem Kalk oder Gips. Er besteht aus Salpetersäure, Kalkerde und Wasser. Wo er sich in größerer Menge findet, wird er durch Zusatz von Kalisalzen zur Darstellung von Kalisalpeter benutzt.

Der **Natronsalpeter** (Chilesalpeter) wird seit dem Jahre 1828 in großer Menge aus Peru und Chile in den Handel gebracht. Er kommt krystallisiert (in stumpfen Rhomboëdern), in Körnern und in derben Massen vor und ist in Geschmack, Farbe, Glanz, Durchsichtigkeit, Härte (H = 1,5 — 2) und Gewicht (G = 2,1 — 2,2) dem Kalisalpeter ziemlich gleich; er besteht aber aus Salpetersäure (63,53 Prozent) und Natron (36,47 Prozent) und der Chemiker bezeichnet ihn als salpetersaures Natron. In Wasser ist er leicht löslich; an der Luft wird er leicht feucht und darum verpufft er auch nicht so rasch und schwächer als der Kalisalpeter. Am Platindraht schmilzt er vor dem Lötrohr leicht, indem er die Flamme gelb färbt (der Kalisalpeter färbt die Flamme violett). Er dient hauptsächlich zur Darstellung von Salpetersäure (indem man sein Natron durch Schwefelsäure von der Salpetersäure trennt) und Kalisalpeter (indem man sein Natron durch Kali abscheidet), auch zur Bereitung englischer Schwefelsäure und des Glaubersalz; zur Schießpulverfabrikation ist er jedoch, weil er stark Feuchtigkeit aus der Luft zieht, nicht brauchbar. — Die kolossalen Massen von rohem Natronsalpeter, welche Peru besitzt, sind nächst dem Guano der größte Schatz des Landes, zugleich ein noch ungelöstes Problem der Wissenschaft. Er erstreckt sich nach G. vom Rath über sehr große Flächen der Umgebung von Tarapacá und bildet Schichten bis zu 1, ja 2 m Mächtigkeit. Von welcher Bedeutung diese Gewinnung ist, erhellt aus der Thatsache, daß Peru im Jahre 1876 320490 Tonnen Natronsalpeter ausführte, dessen Preis auf dem Markt zu Liverpool zwischen 248 ℳ und 283 ℳ für die Tonne schwankte. Nimmt man als Mittelpreis 266 ℳ an, so berechnet sich die Ausfuhr von 1876 auf 85253000 ℳ. Es ist diese Summe 6½ mal so groß als die mittlere jährliche Silbergewinnung Perus in den letzten 20 Jahren. Über die Lagerstätte des Natronsalpeters kann man sich nach folgenden Angaben eine Vorstellung machen. Vom Gestade des großen Ozeans bis Iquique erhebt sich das Land in vier deutlichen Terrassen. Die erste, gegen 5 Meilen breit und 100 — 200 m hoch, ist mit Land und Salz bedeckt und von jeglicher Vegetation entblößt. Es folgt landeinwärts die Pampa del Tamarugal, 5 Meilen breit, 1000 — 2000 m hoch. Sand, Salz und Natronsalpeter bedecken die Oberfläche dieser Terrasse, der eine dritte von 4 Meilen Breite und 2000 bis 2300 m Höhe folgt. Dann erhebt sich die vierte Terrasse, 3600 bis 4000 m hoch, und diese lehnt sich unmittelbar an den hohen beschneiten Kamm der Kordilleren an. Besonders reich an Salpeter ist der Westrand der Pampa del Tamarugal, sowie das Gehänge, mit welchem

dieselbe gegen die Küstenterrasse sich senkt. Je näher gegen die Küste, um so mehr mischt sich dem Salpeter Salz bei und in der Entfernung von etwa 3 Meilen verschwindet der Salpeter ganz. Besonders bemerkenswert ist wohl auch die Lagerung desselben in den beckenförmigen Vertiefungen der Pampa, welche vollkommen das Gepräge von eingetrockneten Seen darbieten. Während nämlich der Boden jener Becken mit einer gegen 1 m dicken Salzschicht bedeckt ist, treten am Gehänge Salpeterlager auf. In den letzteren, sowie in den die Unterlage bildenden Schichten haben sich Reste von Seemuscheln gefunden. Obgleich es demnach keinem Zweifel unterliegen kann, daß das Meer eine wesentliche Rolle bei der Entstehung der Salpeterlagerstätten gespielt hat, so ist die Herkunft und Bildung der Salpetersäure doch noch nicht genügend erklärt.

6. Ordnung. **Salzsaure Salze,** Chloride.

Die salzsauren Salze sind im Wasser löslich. Mit Mangansuperoxyd (Braunstein) und Schwefelsäure erhitzt, entwickeln sie Chlorgas, das man leicht an seiner Farbe, seinem Geruch u. s. w. erkennen kann. Ihre wässerigen Lösungen geben mit Silberlösung (einer Lösung von salpetersaurem Silber) einen weißen, käsigen Niederschlag (von Silberchlorid), der sich am Lichte schwärzt. — Es gehört hierher das Steinsalz und der Salmiak.

Das **Steinsalz** (Chlornatrium), im gewöhnlichen Leben Kochsalz oder schlechtweg Salz genannt, erscheint in der Natur krystallisiert, hauptsächlich aber in unregelmäßigen, derben Massen. Die Krystalle sind fast stets Würfel oder Hexaëder, haben oft beträchtliche Größe, sind farblos und durchsichtig und lassen sich leicht parallel den Flächen spalten und in kleinere Würfel zerteilen. Löst man Steinsalz im Wasser auf (etwa 6 Lot in einem Pfund kühlen Wassers) und läßt man dann die Lösung in einer flachen Schale verdunsten, so bedeckt sich der Boden der Schale mit kleinen Salzwürfeln, die um so schöner und größer werden, je langsamer die Lösung verdunstet und je gleichmäßiger die Wärme des Zimmers ist, in dem dies geschieht. Wenn man dagegen die Verdunstung der Lösung durch Hitze beschleunigt, so entstehen (wie beim Verdampfen der Salzsole) hohle oder trichterförmige, vierseitige Pyramiden, welche aber bei näherer Betrachtung aus lauter kleinen, treppenförmig angeordneten Würfelchen zusammengesetzt sind. Löst man ein Stück gewöhnlicher Soda (kohlensaures Natron) in Wasser auf und setzt man der Lösung so lange

Salzsäure (Chlorwasserstoffsäure) tropfenweise zu, als sich durch deren Hinzukommen Gasbläschen (die aus Kohlensäure bestehen) bilden, so hat man sämtliches Natron der Flüssigkeit in Chlornatrium und die Flüssigkeit selbst in Salzwasser verwandelt, durch dessen Verdunstung man Kochsalzkrystalle in großer Menge erzeugen kann.

Die derben Massen haben blätteriges, faseriges, körniges oder dichtes Gefüge und eine weiße, (oder infolge verschiedener Beimengungen) graue, rote, gelbe, seltener eine blaue oder grüne Farbe.

Das Steinsalz besitzt Glasglanz, muscheligen Bruch, ist etwas spröde, durchsichtig bis undurchsichtig, 2,2 mal so schwer als Wasser ($G = 2{,}2$) und steht auf der zweiten Härtestufe ($H = 2$). Sein Geschmack wird als rein salzig bezeichnet. Höchst merkwürdig ist sein Verhalten gegen Wärmestrahlen. Wenn man nämlich ein plattenförmiges Spaltungsstück Steinsalz in entsprechender Entfernung über eine Gasflamme und die Hand dahinter hält, so fühlt man die Hitze der Flamme fast ebenso, wie ohne die Steinsalzplatte. Nimmt man dagegen statt der Steinsalzplatte eine Glimmertafel und hält sie einige Sekunden lang an dieselbe Stelle, so fühlt man auffälligerweise die Hitze der Flamme gar nicht. Man sieht aus diesem Versuch, daß die Steinsalzplatte fast alle Wärmestrahlen (wie das Glas die Lichtstrahlen) durchläßt (oder diatherman ist), der Glimmer aber nicht (sich also adiatherman zeigt).

Die chemischen Bestandteile des reinen Steinsalzes sind Natrium und Chlor (39,31 Prozent Natrium, 60,69 Prozent Chlor); sehr oft enthält es aber außer diesen Bestandteilen etwas Chlormagnesium und Gips, bisweilen auch etwas Chlorcalcium. Wenn Steinsalz an der Luft liegt, so zieht es aus derselben Feuchtigkeit an und zerfließt allmählich, und zwar um so leichter, je mehr es Chlormagnesium oder Chlorcalcium enthält. Man kann daher das Steinsalz nur an trockenen Orten in Säcken aufbewahren, an weniger trockenen Orten muß es in Fässern, in Porzellangefäßen, unglasierten Steinzeuggefäßen oder in Glasgefäßen geschehen. Gefäße von Eisen, Kupfer, Messing, Zinn, Blei und glasierte Thongefäße werden in längerer oder kürzerer Zeit vom Kochsalz zerstört, auch wird durch sie das letztere schädlich und giftig. Beim Erhitzen zerschmilzt das Steinsalz, namentlich das durch künstliche Abdampfung aus Salzsolen erhaltene, indem es in kleine Stückchen zerspringt, die oft weit fortfliegen (weil die Krystalle gewöhnlich etwas Wasser einschließen). Vor dem Lötrohr auf Kohle schmilzt es leicht zu einem weißen, durchscheinenden Tropfen, dessen Oberfläche sich beim Erkalten mit vielen kleinen Würfeln bedeckt. Im Platindraht geschmolzen, färbt es die Flamme

rötlich-gelb, nach Zusatz von etwas Phosphorsalz mit Kupferoxyd schön blau. In der Weißglühhitze verflüchtigt es sich als weißer, geruchloser Dampf. Im Wasser ist es leicht löslich und zwar löst es sich in warmem Wasser nicht mehr auf als in kaltem; in 100 Teilen Wasser lösen sich 27 Teile Steinsalz auf. Das sogenannte Knistersalz verknistert infolge mechanisch eingeschlossener verdichteter Gase (Wasserstoff, Kohlensäure, Kohlenoxyd) bei der Auflösung im Wasser. Schüttet man in ein Weinglas einen Theelöffel voll Kochsalz und gießt man etwas Schwefelsäure darauf, so entweichen Dämpfe, welche aus Salzsäure bestehen. Mischt man 3 Teile Kochsalz mit 2 Teilen Schnee (oder gepulvertem Eis) oder 2 Teile Kochsalz, 1 Teil Salmiak und 5 Teile Schnee, so erhält man im ersten Falle eine Kälte von 17°, im zweiten Falle eine Kälte von 24° C.

Das Steinsalz ist ein sehr verbreitetes und äußerst wichtiges Mineral, das fast überall (aber noch nicht auf der skandinavischen Halbinsel, in Holland, Belgien, in Böhmen, Schlesien und im Königreich Sachsen) aufgefunden worden ist. Es bildet mächtige Lager und Stöcke, welche entweder mit Gips, Anhydrit und salzhaltigem Thon (Salzthon) wechsellagern oder von Lagern dieser Gesteine ganz umschlossen werden, es bedeckt als Ausblühung des Bodens oft weite Landstriche, es findet sich als Anflug an den Kraterwänden mehrerer Vulkane und in den Klüften mancher Lavaströme (z. B. am Vesuv), es kommt aufgelöst im Wasser vor und zwar in Quellen (Solquellen), Seen und im Meer.

Wichtige Steinsalzlager sind bei Inowraclaw in Posen, bei Segeberg in Holstein, bei Sperenberg südlich von Berlin (das Lager wurde 1867 in einer Tiefe von 90 m erbohrt und das Steinsalz in vollständiger Reinheit bis zur Tiefe von 1550 m verfolgt, ohne daß man sein Liegendes erreichte), bei Schöningen im Herzogtum Braunschweig, bei Schönebeck bei Magdeburg, bei Staßfurt an der anhaltinischen Grenze (südlich von Magdeburg), bei Erfurt, Artern und Salzungen in Thüringen, am Neckar und Kocher, z. B. bei Schwäbisch-Hall und bei Jagstfeld in Württemberg, bei Dieuze in Lothringen, in den Alpen bei Reichenhall und Berchtesgaden in Oberbayern, im sogenannten Salzkammergut und den angrenzenden Ländern, insbesondere bei Hallein in Salzburg, Hallstadt und Ischl in Oberösterreich und Aussee in Steiermark, bei Hall in Tirol, bei Bex im Kanton Waadt in der Schweiz, zu beiden Seiten der Karpathen bei Wieliczka und Bochnia in Galizien, bei Slatina und Ronaszek in Ungarn, bei Maros-Ujvar in Siebenbürgen; bedeutende Steinsalzlager sind ferner in Unteritalien (bei Castrovillari),

Spanien, England, Rußland, in Kleinasien, Armenien, in Süd- und Nordamerika. Bei Cardona in Catalonien in Spanien tritt ein Salzstock zutage, der einen 550 Fuß hohen, steil ansteigenden Berg bildet, welcher eine Stunde im Umfang hat und mit seinen Hörnern und Zacken einem Gletscher ähnelt. Mit echt spanischem Pathos sagt das reich illustrierte Werk von Francisco Pi y Margal über denselben: „Zwischen West und Süd, etwas entfernt von der Stadt, zeigen sich die berühmten Salzberge, auf denen sich die Sonne spiegelt wie auf dem belaubten Gezweig eines Baumes, dessen Laub der Regen beträufelt hat. Zackige Pyramiden heben sich davon ab, in tausend Farben gemalt, und funkeln an allen Seiten wie die mit Juwelen geschmückten Tabernakel unserer gotischen Dome. An den Abhängen der Felsen öffnen sich weite Höhlen, so weiß wie Schnee. Aber die Schönheit dieser Berge ist die größte Zeit des Jahres verhüllt. Nur wenn anhaltende Regen die staubige Decke abgewaschen haben, und die Sonne mit ihrem vollen Glanze darauf fällt, kann man das bunte Farbenspiel würdigen und die Schönheit der Lichtreflexe, welche wir rühmten." — Als Ausblühung des Bodens kommt das Steinsalz z. B. in den Steppen am Kaspisee und Aralsee, in Persien, in den Wüsten Afrikas, Arabiens, Abyssiniens, in Chile, Peru, Mexiko und an anderen Orten Amerikas vor. Bekannte Salzquellen (Solquellen) sind Kösen bei Naumburg an der Saale, Wittekind bei Halle an der Saale, Salzungen im Herzogtum Sachsen-Meiningen (südlich von Eisenach), Kissingen in Unterfranken (Bayern), Soden und Nauheim in Hessen-Nassau, Kreuznach in der Rheinprovinz, Reichenhall in Oberbayern, Ischl und Hall (südlich von Linz) in Oberösterreich. — Zahlreiche Salzseen finden sich im südlichen Rußland zwischen der Wolga, dem Aralsee und dem Kaspisee, in der sogenannten Kirgisensteppe. Der bekannteste unter ihnen ist der Eltonsee in der Nähe der untern Wolga (östlich vom letzten Wolgaknie), ein seichter, nur $^1/_2$—$1\frac{1}{2}$ m tiefer See von 7 Meilen Umfang, in welchen 8 salzhaltige Flüßchen münden, die ihren Salzgehalt dem salzhaltigen Boden der Steppe, den sie auslaugen, entnehmen. Reich an Salzseen ist ferner das Hochland von Tibet. Einer der bekanntesten Salzseen ist auch das Tote Meer in Palästina, ein See von 10—12 Meilen Länge und 2—3 Meilen Breite, der wegen seiner tiefen Lage (392 m unter dem Mittelmeerspiegel) keinen Abfluß hat, und von dem Jordan, der sehr reich an salzigen Bestandteilen (vorzugsweise an Chlornatrium und Chlormagnesium) ist, gespeist wird. Sein Wasser ist eine beinahe gesättigte Salzlauge, die fast 25 Prozent fester Bestandteile (darunter über 7 Pro-

zent Chlornatrium) enthält, so daß Tiere darin nicht leben können. Bekannt ist der Umstand, daß Menschen von dem Wasser getragen werden und nicht untersinken. Davon erzählte schon um das Jahr 30 v. Chr. Diodorus Siculus, und Flavius Josephus fügt (um das Jahr 90 n. Ch.) hinzu, „daß Vespasian einmal einige des Schwimmens unkundige Leute mit auf den Rücken gebundenen Händen in den See werfen ließ, daß sie aber alle wieder empor kamen und dann obenauf lagen". Ein berühmter Salzsee in Nordamerika ist der Große Salzsee von Utah im Gebiete der Mormonen, westlich vom Felsengebirge, 14 geographische Meilen lang, 6—7 Meilen breit. Er enthielt 1852 bei niedrigem Wasserstand über 22 Prozent, im Jahre 1873 bei 10 Fuß höherm Wasserstand 13,4 Prozent aufgelöster Salze, darunter vorherrschend Chlornatrium. Salzseen finden sich ferner auch in Afrika und in Australien, wo der Mangel an süßem Wasser die Erforschung des Innern so sehr erschwert. — Das Meerwasser enthält durchschnittlich 3,5 Prozent aufgelöste Salze, darunter 2,7 Prozent Kochsalz. Man hat allen Grund zu glauben, daß alle die großen Steinsalzlager, die jetzt zum Teil in großer Tiefe ausgebeutet werden, durch unmittelbaren Absatz aus dem Meerwasser (durch Verdunsten abgetrennter Meeresteile, die jedoch mit dem Meere noch in Verbindung stehen) oder aus den Gewässern von Binnenseen hervorgegangen sind, von deren in Lösung befindlichen Bestandteilen Chlornatrium das hauptsächlichste war. Ein sehr schönes Beispiel für die Bildung der Salzlager gewährt der Kaspisee und zwar da, wo an seiner Ostseite der Meerbusen Kara-bugas liegt. In diesen Meerbusen, oder vielmehr Nebensee, führt ein Kanal von nur 100 m Breite und 1,6 m Tiefe. Die austrocknenden Ostwinde, welche über den Kara-bugas streifen, verdunsten sein Wasser so rasch, daß in dem kurzen Kanale eine fortwährende lebhafte Strömung herrscht, um den Unterschied im Niveau auszugleichen. Auf diese Weise wird aus dem großen Kaspisee ununterbrochen Salzlösung fortgeführt, deren Salzgehalt nur in dem Becken des Kara-bugas zum Absatz kommen kann, und nach der Wassermenge, welche täglich den kurzen Kanal passiert, läßt sich berechnen, daß täglich 60 000 Zentner neues Salz auf dem Boden jener großen Abdampfungspfanne abgeschieden werden; das macht im Jahre ein Quantum von 22 Millionen Zentnern.

Die Gewinnung des Steinsalzes erfolgt je nach der Art seines Vorkommens auf sehr verschiedene Weise.

Wo das Salz als Ausblühung des Bodens vorkommt, wie in den Steppen Rußlands, wird es durch bloßes Auffammeln gewonnen. Tritt

es als festes Gestein zutage, wie in Spanien, so gewinnt man es in offenen Steinbrüchen, indem man es mit Pulver losſprengt. Bildet es dagegen mächtige Lager und Stöcke in den Tiefen der Erdrinde, ſo erfolgt ſeine Gewinnung durch Bergbau oder durch ſogenannte Sinkwerke oder durch Bohrlöcher.

Das berühmteſte aller Salzbergwerke iſt das von Wieliczka in Galizien, nördlich von Krakau. Das Salzlager befindet ſich unmittelbar unter der etwa 6000 Einwohner zählenden Stadt, hat eine Länge von 3300 m, eine Breite von 1200 m und eine Dicke von 400 m. Der Bergbau wird in 7 Etagen oder Stockwerken betrieben, von denen die erſte ungefähr 60 m unter der Erdoberfläche beginnt. Jedes Stockwerk beſteht aus einem Labyrinthe von Gängen und Höhlen, die ganz in Salz ausgehauen und durch Schächte, Leitern und Treppen verbunden ſind. Obwohl die einzelnen Stockwerke durch dicke Zwiſchenlager nach oben und unten von einander geſchieden werden, ſo muß man bei dem Ausbrechen doch ſehr vorſichtig ſein, damit der ganze Bau nicht die nötige Feſtigkeit verliert. Jeder große, durch regelrechten Betrieb entſtandene Raum, der kein Stollen iſt — einige ſind wahre Rieſenräume — wird Kammer genannt. Dreizehn Tagesſchächte führen in das Innere des Bergwerks, einer davon iſt für die Beamten, einer für die Mannſchaft als Fahrſchacht beſtimmt, einer dient als Rauchfang für die unterirdiſche Schmiede, vier dienen zur Waſſerbeförderung. Zwei Schächte ſind in der Stadt ſelbſt, von welchen der eine, der über 60 m tiefe Franziscek oder Lezan, eine Wendeltreppe von 470 eichenen Stufen hat; der Hauptſchacht Danielowicz iſt noch um etwas tiefer und dient vorzugsweiſe als Förderſchacht. Der Janina-Schacht iſt ein ſchräglaufender Stufenſchacht, in welchem eine gut angelegte Treppe in verſchiedenen Abſätzen in die Tiefe führt. Die Stufen ſind teils aus Salz gehauen und mit Holz eingefaßt, teils ganz aus Holz. Nach erlangter Erlaubnis des Bergamts kann man entweder durch den Lezanſchacht auf Stufen oder im Schacht Danielowicz am Grubenſeil anfahren, was jedoch auch bei den Bergleuten nicht mehr ſo in Gebrauch iſt wie früher, da bei ſolchen Fahrten leicht ein Unglück vorkommen kann. Gleich im erſten Stockwerk, nahe dem Fahrſchacht, nimmt die Antoniuskapelle die Aufmerkſamkeit in Anſpruch. Sie iſt ganz und gar in Steinſalz gehauen und auch der Altar, die Heiligenbildſäulen, die Kanzel, die Pfeiler und eine große Menge von Ornamenten ſind aus dieſem Mineral. In dieſer Kapelle wird jährlich am 3. Juli eine Meſſe geleſen, der alle Beamten und Arbeiter des Bergwerks beiwohnen. In demſelben Stockwerk befindet ſich die Kammer

„Lertow", welche einen eleganten gedielten Saal bildet, an dessen Decke 6 aus reinstem Steinsalz gearbeitete Kronleuchter hängen und über dessen Eingang sich eine Galerie für die Musik befindet. Bei hohen Besuchen wurde hier öfters die Tafel gedeckt und getanzt. In den Kammern „Rosetti" und „Przykos" befinden sich kleine Seen, die 160 m unter der Erdoberfläche liegen, Salzwasser enthalten und mit flachen Kähnen befahren werden. In der Kammer „Clemens" steht eine aus Salzquadern gebaute Pyramide, die zum Andenken an den Besuch Kaiser Franz' I. von Österreich im Jahre 1817 errichtet wurde. Mitten durch die weiten Abbauräume geht eine Art Heerstraße, auf welcher eine Menge Wagen hin- und herfahren, um das Salz nach dem Hauptförderschacht zu schaffen. Die Pferde, welche zu diesem Zwecke unten gehalten werden, erfreuen sich, obschon sie nur alle 14 Tage an das Licht kommen, in der Regel eines ausgezeichneten Wohlseins. Wenn in den weiten Räumen ein Sprengschuß gelöst wird, so erregt er durch den hundertfältigen Wiederhall den Eindruck eines starken Gewitters, dessen Dröhnen erst nach langer Zeit verhallt. Bei Anwesenheit hoher Gäste läßt man Sprengschüsse mit Fackelschein und mit Gesang wechseln. Im Jahre 1868 kam das Bergwerk durch das Eindringen gewaltiger Massen von süßem Wasser in große Gefahr. Die Erfolge der Staßfurter Salzwerke hatten auch in Galizien die Begierde nach den Abraumsalzen erregt. Man forschte mit Eifer nach denselben, versäumte aber dabei die nötige Vorsicht. Indem man den Querschlag „Kloski" verfolgte, welcher im Hangenden des Salzlagers angelegt war, hoffte man auf die genannten Salze zu stoßen. Die Warnungen der an Ort und Stelle befindlichen Geologen, welche gegen dieses Vorgehen ihre Bedenken aussprachen, wurden unberücksichtigt gelassen. Wahrscheinlich hatte man den absperrenden Sandstein geritzt, denn am 19. November spritzte in einem breiten, schrägen Strahle süßes Wasser durch, dessen Menge so rasch wuchs, daß man das Bergwerk für verloren hielt. Dämme, die man rasch aufmauerte, um das Wasser abzusperren, wurden von demselben unterwaschen — die Pumpen reichten nicht aus. Doch der Zufluß, der im Maximum 4 cbm in der Minute betragen hatte, verminderte sich allmählich und ging im Dezember bis auf $^5/_6$ cbm herab. Nichtsdestoweniger waren große Anstrengungen nötig, um des Wassers Herr zu werden und nur durch Aufstellung gewaltiger Dampfpumpen wurde so viel davon herausgeschafft, daß der regelmäßige Betrieb wieder aufgenommen werden konnte. — Die Anzahl der Arbeiter in dem Bergwerk beläuft sich auf 500, welche in Schichten von acht zu acht Stunden einander in der Arbeit ablösen. Der jährliche Ertrag ist bis

auf 1 700 000 Zentner gestiegen. Wann der Abbau begonnen hat, ist unbekannt; jedoch bezeugen schriftliche Urkunden, daß in den Jahren 1167, 1232 und 1248 von den damals dort herrschenden Herzögen den benachbarten Klöstern bestimmte Salzlieferungen zugesagt worden sind.

Ebenfalls höchst merkwürdig ist das Salzbergwerk von Bochnia (vier Meilen östlich von Wieliczka), das auch unter der Stadt und deren Umgebung liegt und aus vier ungeheuren Stockwerken besteht. Die jährliche Ausbeute beläuft sich auf 250 000 Zentner und die Stücke kommen 2—10 Zentner schwer in den Handel. Der 75 m tiefe Einfahrschacht befindet sich nahe bei der Kirche. Das erste Stockwerk, 800 m lang und 60 m breit, dient jetzt als Stallung für die Pferde; das zweite liegt gegen 120 m tiefer, ist 2600 m lang, 100 m breit und enthält eine vollständige Kirche; wieder 95 m tiefer befindet sich das dritte, 2000 m lang, und noch tiefer liegt das vierte und kleinste, welches einige Süßwasserbassins enthält.

Für das Deutsche Reich ist das Steinsalzbergwerk von Staßfurt von unberechenbarer Bedeutung. Das Steinsalzlager, welches hier in einer Tiefe von 150 bis 250 m auftritt, ist nach den bisherigen Aufschlüssen über 400 m mächtig und enthält nicht nur alle im Meerwasser vorkommenden Salze, die auf anderen Salzlagern nur zum Teil vorhanden sind, sondern diese sind auch nach ihrer Löslichkeit im Wasser so auf und über einander gelagert, daß die leichtlöslichen Kali- und Magnesiasalze die schwerer löslichen Natron- und Kalksalze bedecken. Man kann in dieser Beziehung am Staßfurter Steinsalzlager deutlich vier Etagen unterscheiden, die (von unten nach oben) als Steinsalzregion, Polyhalitregion, Kieseritregion und Carnallitregion bezeichnet werden. Die Steinsalzregion ist gegen 240 m mächtig und besteht aus 3—15 cm dicken, vielfach gewundenen Schichten reinen Steinsalzes, welche höchstens durch 0,5 cm dicke Anhydritstreifen getrennt sind. Das Salz ist graulich-weiß bis wasserhell, selten blau und liefert ein schneeweißes Speisesalz. Die Polyhalitregion ist 62 m mächtig und besteht aus unreinem, selten wasserhellem Steinsalz, das von Polyhalitschnüren durchzogen ist, welche den Anhydritschnüren der untersten Region entsprechen. Der Polyhalit ist ein eigentümliches Mineral von hellgrauer (in den Steinsalzlagern der Alpen von rötlicher) Farbe und mattem Fettglanz, das aus schwefelsaurem Kalk, schwefelsaurer Magnesia und schwefelsaurem Kali (und Wasser) besteht. In der Kieseritregion, welche 56 m mächtig ist, walten neben dem Steinsalz schwefelsaure Verbindungen, namentlich Kieserit, der aus schwefelsaurer

Magnesia und Wasser besteht und dichte Massen von weißlich-grauer Farbe bildet, vor. Ebenso nimmt der Gehalt an Chlormagnesium nach oben hin immer mehr zu. In der obersten Abteilung, in der 42 m mächtigen Carnallitregion, deren buntgefärbte Schichten alle Farbenabänderungen vom zartesten Rosa bis zum dunkelsten Braun vertreten und einen überraschenden Anblick gewähren sollen, ist das Steinsalz bedeutend zurückgetreten — es macht nur noch 25 Prozent der Gesamtmasse aus — und die Hauptmasse bilden die sogenannten Abraumsalze (so genannt, weil sie abgeräumt werden mußten, ehe man zu dem Steinsalz gelangen konnte), unter welchen wieder der Carnallit die Hauptrolle (er beträgt 55 Prozent der Gesamtmasse) spielt. Der Carnallit, welchem Staßfurt seine Bedeutung für die Industrie und Landwirtschaft verdankt, besteht aus Chlorkalium und Chlormagnesium (und Wasser) und ist eigentlich wasserhell, durch beigemengte mikroskopische Schüppchen von Eisenglimmer erscheint er aber in der Regel mehr oder weniger rot gefärbt. Neben dem Carnallit kommen in dieser Region noch Sylvin (Chlorkalium), Kieserit, Kainit und andere leicht lösliche Salze vor. Die merkwürdige Zusammensetzung des Staßfurter Steinsalzlagers bestätigt die bereits erwähnte Theorie über die Bildung der Steinsalzlager und es ist höchst wahrscheinlich, daß das ganze Becken von Staßfurt ehedem den Wasserrest eines großen Meeres enthielt, von welchem die heutige Ost- und Nordsee die geographischen Rückstände darstellen. Die verschiedenen Salze liegen genau in der Reihenfolge über einander, in welcher sie auf Grund ihrer Löslichkeit in Wasser nach einander zum Absatz kommen mußten, und ebenso, wie sie sich gruppieren würden, wenn wir eine hinreichende Menge Meerwasser in einem großen Bottich zur allmählichen Verdunstung bringen wollten. — Der Abbau des Steinsalzlagers zu Staßfurt, der ein sehr leichter ist, da das Lager hinreichende Festigkeit hat und kein Wasserzudrang stattfindet, begann im Jahre 1857, nachdem die Aufschließung des Lagers durch Abteufung zweier Schächte bis zu einer Tiefe von 340 m schon im Jahre 1851 begonnen hatte; das erste Bohrloch war im Jahre 1839 angesetzt worden und das erste Steinsalz hatte sich im Jahre 1843 gezeigt. Seit 1852 wurden auch auf dem benachbarten anhaltischen Gebiete Bohrversuche angestellt, die zur Eröffnung zweier Schächte führten. Im Jahre 1877 produzierte das Steinsalzbergwerk Staßfurt 39 615 000 kg Steinsalz, 195 710 800 kg Abraumsalze (Kalisalze), Leopoldshall 17 270 500 kg Steinsalz, 523 194 350 kg Abraumsalze.

Wenn das Steinsalz mit Gips, Thon, Eisenoxyd u. s. w. gemengt

auftritt und seiner geringen Reinheit wegen sich nicht zum Abbau eignet, so löst man es in Wasser auf und gewinnt es aus der Lösung durch Abdampfen. Das Auflösen (Auslaugen) wird in dem Salzlager selbst vorgenommen, indem man weite Kammern oder Höhlungen, Sinkwerke genannt, in demselben ausarbeitet und Wasser hineinleitet, oder Bohrlöcher in die salzhaltigen Erdschichten treibt und diese mit Wasser füllt. Die möglichst gesättigte Salzlösung (künstliche Sole) wird mit Hilfe großer Pumpwerke herausgehoben (zutage gefördert) und in die Siedehäuser geleitet, wo sie in großen flachen Pfannen aus Eisenblech rasch bis zum Sieden erhitzt und so lange abgedampft wird, bis sich das Salz (Sudsalz, eigentliches Kochsalz) an der Oberfläche der Flüssigkeit ausscheidet. Dasselbe wird aus den Pfannen geschaufelt, in Körben getrocknet und dann in den Handel gebracht. Während des Eindampfens setzt sich am Boden der Pfannen ein salziger Schlamm ab, der allmählich erhärtet, aus schwerlöslichen Salzen, hauptsächlich aus Gips und Glaubersalz, besteht und Pfannenstein genannt wird. Auch ein flüssiger Rückstand bleibt in der Pfanne, die sogenannte Mutterlauge; sie enthält die in der Sole vorhandenen leichtlöslichen Salze (Mutterlaugensalze, hauptsächlich Magnesia- und Kalisalze). — Die Salzgewinnung durch Sinkwerke ist besonders in den Alpen, bei Hallstadt und Ischl, bei Aussee, bei Hallein und bei Hall in Tirol üblich. Bei Hallein wird der Dürrenberg, ein 747 m hoher, steiler Berg, der aus Gips und Mergel besteht, in welchem das Steinsalz zerstreut liegt, schon seit Menschengedenken auf diese Weise ausgebeutet. Ein Besuch im Innern des Berges ist äußerst lohnend und kann selbst von Frauen leicht ausgeführt werden. Schon „der Marsch aufwärts zu einem der oberen Stollen" — sagt L. Meyn in seiner Schrift: „Das Salz" (Leipzig 1857) — „erfreut das Herz, da sich dem Auge das ganze weite, gesegnete Salzachthal bis an die hohe Salzburg darbietet. Man wählt zum Eingang gern den Stollen, wo das Kirchlein von rotem Marmor und einige andere Gebäude liegen. Mit weißen Bergkleidern angethan, beginnt man die Fahrt. Die Trockenheit der sämtlichen inneren Räume des Bergwerkes, die frische, gesunde Luft, welche dort herrscht, die aufrechte Stellung, die man überall mit Bequemlichkeit beibehalten kann, die vorzügliche Zimmerung und Mauerung der Stollen, die sorgfältig unterhaltenen Sol- und Wasserleitungen, hernach die mehrmalige, ungewohnt rasche Fahrt auf den Rollen in die Tiefe eines untern Bergaufschlusses, die wunderbare Erscheinung eines geheimnisvollen Sees, wenn man ein halb abgelassenes, ringsum erleuchtetes Sinkwerk auf einer Fähre überschreitet, der grausen-

hafte Eindruck des wagerecht niederhängenden Himmels (der Decke), von dessen weicher Beschaffenheit man sich augenscheinlich überzeugt, indem man ihn mit den Händen ergreifen kann, das glänzende Funkeln der allenthalben emporgeschossenen Gipskrystalle und des zierlich aufgestellten Stufenkabinetts, das an der freien Luft zerfließen würde und nur in dieser trockenen Atmosphäre sich erhält, endlich die dritte eigentümliche Passage, die Ausfahrt auf dem mehr als 1000 Lachter durch Marmor getriebenen Stollen des untersten oder Wolfdietrich-Berges, wo man rittlings, wie auf der Schnitzbank des Böttchers, auf dem sogenannten Wurstwagen sitzend, unter Fackelbeleuchtung und rasendem Gepolter von Bergknappen hinausgezogen wird: — dies alles macht einen so eigentümlichen Eindruck, daß die Wunder des Erd-Innern, die mancher enttäuschte Schwärmer unter Mühen und Beschwerden vergebens in kotreichen Bergwerken suchte, sich hier in der That aufgeschlossen zu haben scheinen." — Auch bei Berchtesgaden in Bayern befinden sich ausgedehnte Sinkwerke. Die daselbst gewonnene Sole wird mittels großartiger Wasserhebemaschinen in Röhren von Lärchenholz über Reichenhall nach Rosenheim und Traunstein geleitet, weil bei Berchtesgaden das Holz zum Versieden fehlt. Die ganze Länge der zum Teil doppelten Röhrenfahrt, welche 14 Berge überschreitet, die zusammen eine Höhe von 1176 m haben, ist 14 deutsche Meilen lang.

Die Ausbeutung der Steinsalzlager durch Bohrlöcher — ist die Umgebung des Bohrloches ausgelaugt, so legt man an einer andern geeigneten Stelle ein neues an — ist z. B. bei Salzungen und anderen Salzwerken (Salinen) in Thüringen, in Württemberg, bei Bex in der Schweiz und in Ungarn in Gebrauch.

Wenn unterirdische Wässer mit Steinsalzlagern oder salzhaltigen Erdschichten in Berührung kommen und das Salz derselben allmählich auflösen (diese auslaugen), so werden sie zu Salz- oder Solquellen. Enthält ihr Wasser, das man als natürliche Sole bezeichnen kann, 20 oder mehr Prozent Steinsalz (ist die Sole 20- oder mehrlötig), so kann es sogleich versotten werden. Ist jedoch, wie gewöhnlich, der Salzgehalt so gering, daß es zu kostspielig werden würde, alles Wasser über dem Feuer zu verdampfen, so muß die Sole erst durch das sogenannte Gradieren salzreicher gemacht werden. Die dazu bestimmten Anlagen, Gradierhäuser genannt, sind lange schmale Gerüste von 10 — 15 m Höhe, welche eine Wand von Schwarzdornreißig (richtiger wandartig angehäufte Bündel von Schwarzdornreißig) zusammenhalten, über und unter welcher ein flacher Behälter zur Aufnahme der Sole angebracht ist. Die Sole wird nun in den oberen schmalen Behälter (das Solgerinne) gepumpt, gelangt

von da aus auf die Gradierwand und tröpfelt hier von Zweig zu Zweig, sich in immer kleinere Tröpfchen zerteilend, nach unten. Dadurch wird nicht nur eine starke Verdunstung des Wassers erzielt, es setzt sich auch der in der Sole aufgelöste Gips größtenteils an den Zweigen als sogenannter Dornenstein ab, so daß die in dem untern Behälter (dem Solschiff) sich ansammelnde Sole salzreicher und zugleich auch reiner geworden ist. Ist die Sole durch wiederholtes Gradieren etwa 20lötig geworden, so wird sie, wie schon beschrieben, eingesotten. — Daß die dem deutschen Boden entspringenden Solquellen schon von den Ureinwohnern benutzt worden sind, beweisen die bei Bad Nauheim in der Wetterau aufgefundenen Reste ausgedehnter alter Salinen (wie die Anlagen oder Einrichtungen zur Salzgewinnung aus dem Wasser heißen). Diese Reste, welche wahrscheinlich von einem keltischen Volksstamm herrühren und aus allerlei thönernen Kochkesseln, Röhrenleitungen und steinernen und bronzenen Geräten bestehen, lagen 3—6 m unter dem jetzigen Boden und waren von Erdschichten bedeckt, in welchen germanische und römische Überreste, Waffen und Begräbnisstätten gefunden wurden. — Die Darstellung des Salzes bei den Germanen und Galliern war anfangs sehr roh und einfach. Sie goſſen, wie Plinius berichtet, um trockenes Salz zu bekommen, Salzwasser auf brennendes Holz oder glühende Kohlen. Die schwarzen, kohligen Salzkrusten, die sie bei diesem Verfahren erhielten, benutzten sie zum Würzen ihrer Speisen.

Aus dem Meerwasser gewinnt man das Salz, indem man das Wasser in flache, mit Thon ausgestampfte Gruben (Bassins) leitet und langsam verdunsten läßt. Diese Art der Salzgewinnung lohnt sich jedoch nur in den südlichen Küstenländern, deren hohe Lufttemperatur die Verdunstung des Wassers beschleunigt, wie z. B. in den Küstenländern des salzreichen Mittelmeeres. Das Meerwasser wird dort zunächst zur Zeit der Flut durch einen Kanal in ein großes Sammelbassin geleitet. Bei eintretender Ebbe wird der Kanal durch eine Schleuse geschlossen und so das Zurückfließen des Wassers nach dem Meere verhindert. Mit dem Sammelbassin stehen andere Bassins in Verbindung (die Anreicherungsbassins); in diese wird das Wasser durch flache Dammeinschnitte geleitet, und die heiße Sonne des Südens und die trockenen Winde, welche von den brennenden Wüstenflächen Afrikas herüberkommen, lecken das Wasser begierig auf, so daß der Salzgehalt des zurückgebliebenen schnell zunimmt und der Gips, der außer Kochsalz und Magnesia- und Kalisalzen im Meerwasser enthalten ist, sich aus demselben in Form eines weißen Pulvers ausscheidet. Sobald die Sole 27 Prozent Salz enthält, wird sie

durch Pumpen oder Schöpfwerke in die etwas höher gelegenen Kryſtalliſationsbaſſins geſchöpft. Dieſe ſtehen wieder unter ſich durch Kanälchen und Schützen in Verbindung und liegen wie die Beete eines Gartens neben einander, weshalb man die Anlagen zur Gewinnung des Seeſalzes (die Meerſalinen) auch als Salzgärten bezeichnet. In den Kryſtalliſationsbaſſins ſcheidet ſich das Salz in unzähligen kleinen Würfeln ab, die anfänglich oben ſchwimmen, bald aber zu Boden ſinken und daſelbſt eine weiße, halbdurchſichtige eisartige Salzmaſſe darſtellen. Haben ſich die Behälter in der Zeit von 3 bis 6 Monaten mit Salz gefüllt, ſo wird dasſelbe mit Beilen herausgehauen und in großen Haufen ausgeſchichtet. Dieſe werden mit Ziegeln, Rohr oder mit einer dünnen Thonſchicht bedeckt und bleiben oft ein Jahr oder länger in Ruhe, damit mit Hilfe der Luftfeuchtigkeit das Abfließen der noch im Seeſalz eingeſchloſſenen Kali- und Magneſiaſalze (der Bitterſalzmutterlauge) bewirkt werde. Das Salz iſt danach ſchon genießbar; in der Regel wird es jedoch erſt weiter gereinigt. Die Meerſalzſaline bei Barletta am Adriatiſchen Meere erzeugt jährlich 50 000 kg Salz, die Salinen zwiſchen Trapani und Marſala auf Sizilien (infolge günſtigerer klimatiſcher Verhältniſſe) 350 000 kg. — Die Salzgewinnung an den Binnenſeen Rußlands, namentlich aber am Eltonſee, findet in der Weiſe ſtatt, daß im Sommer das während der Regenzeit im See zu Boden gefallene Salz ſamt den ſich auf ſeiner Oberfläche abſcheidenden Salzkruſten durch Arbeiter herausgeſchaufelt wird. Da der See nur geringe Tiefe hat, ſo waten die Arbeiter, mit langen Stiefeln ausgerüſtet, hinein, hacken und ſchaufeln das Salz in Haufen zuſammen und transportieren es auf Kähnen an das Ufer, wo es trocknet. Der See gleicht ſo den Kryſtalliſationsbaſſins der italieniſchen Meerſalinen. Er hat jährlich ſchon an 2 Millionen Zentner Salz geliefert, könnte aber bei beſſeren Verbindungswegen nach der Wolga das ganze ruſſiſche Reich wohlfeil mit Salz verſorgen.

Wie die Verbreitung, ſo iſt auch die Verwendung des Steinſalzes eine ſehr ausgedehnte. „Überall wird Salz genoſſen. Wie hoch es geſchätzt wird, erſieht man auch daraus, daß keine heilige Handlung ohne Salz und Mehl verrichtet wird", ſagt Plinius (Hist. nat. 31, 7. 41). Das Salz dient als notwendige und unentbehrliche Würze für die meiſten Speiſen, zum Salzen der Butter, zum Einſalzen der Fiſche und des Fleiſches u. ſ. w., weil es die chemiſche Zerſetzung (Verweſung) aufhält. Auch für das Leben und Gedeihen der Haustiere, insbeſondere der Wiederkäuer (der Rinder, Schafe, Ziegen) iſt es von größter Wichtigkeit (Viehſalz, Leckſalz). In der Landwirtſchaft wird es als Düngemittel

(Düngesalz) angewendet. Es dient ferner als Heilmittel, zur Darstellung von Salzsäure, Salmiak, Glaubersalz und Soda; man gebraucht es als Zuschlag bei vielen metallurgischen Arbeiten, bei der Glas- und Seifenfabrikation, zur Töpferglasur und zu mancherlei anderen technischen Zwecken. In Wieliczka werden aus reinem Steinsalz Halsperlen, Ohrgehänge, Knöpfe, Rosenkränze, Salzfässer, Uhrgehäuse und ähnliche Sachen gedrechselt.

In seinen Kristallformen und physikalischen Eigenschaften dem Steinsalz ähnlich ist der **Sylvin**; er findet sich in manchen Steinsalzlagern z. B. bei Staßfurt (und zwar hier in prächtigen, enteckten Hexaëdern) und bei Kalusz in Galizien (in körnigen, seltener feinstengeligen Massen) und als Anflug (Sublimat) an den Kraterwänden des Vesuv. Er hat scharf-salzigen Geschmack, ist etwas leichter als Steinsalz ($G = 1{,}9 — 2$), im reinen Zustande farblos und besteht aus Chlor und Kalium. Vor dem Lötrohr ist er leicht schmelzbar und färbt die Flamme violett.

Der **Salmiak** (Chlorammonium) kommt in der Natur meist in Form von Krusten oder Stalaktiten und als erdiger oder mehliger Beschlag vor. Seine Kristalle (Oktaëder, Ikositetraëder), welche dem tesseralen System angehören, sind meist klein und oft merkwürdig verzerrt und in die Länge gezogen. Er ist farblos, durchsichtig und glasglänzend, doch oft auch gelb (durch Eisenchlorid) und selbst braun gefärbt. Seine Härte ist etwas geringer als die des Steinsalzes ($H = 1{,}5 — 2$), sein Gewicht 1,5 — 1,6. Sein Geschmack ist stechend salzig. Im reinen Zustande besteht er aus 66,35 Prozent Chlor und 33,67 Prozent Ammonium (das wieder aus Stickstoff und Wasserstoff zusammengesetzt ist). Im Wasser ist er leicht löslich. Vor dem Lötrohr erhitzt, verflüchtigt er sich, ohne zu schmelzen. Bringt man etwas Salmiak in ein enges, tiefes Probierglässchen, das man über der Weingeistflamme erhitzt, so setzt er sich an den kalten Stellen des Gläschens an und man kann ihn von da wieder durch die Hitze weiter treiben. Wenn man etwas Kali mit Salmiak zusammen reibt und das Gemisch erhitzt, so entwickelt sich ein stechender Ammoniakgeruch, ebenso, wenn man Salmiak mit Soda mischt und erhitzt. Wenn man einen blanken Kupferpfennig mit Salmiakpulver bestreut, etwas Zinn daraufiegt und den Pfennig in die Weingeistlampe hält, so oxydieren die beiden Metalle nicht und man kann das Zinn auf dem Pfennig (mit einem zusammengeballten Läppchen) ausbreiten und so den Pfennig verzinnen. Glüht man einen blanken Pfennig vor dem Lötrohr und taucht man ihn dann heiß in Wasser, in welchem gleichviel Salmiak und Soda aufgelöst ist, so umgiebt er sich, wenn ihn man darauf

wieder glüht, mit einem prächtigen, grünlich-blauen Schein, welcher in einer Verbindung des im Salmiak enthaltenen Chlors mit dem Kupfer seinen Grund hat. In Wasser aufgelöst, rötet Salmiak das blaue Lackmuspapier ein wenig. Beim Auflösen des Salmiaks in Wasser sinkt die Temperatur des Wassers um 8 und mehr Grad. — Der Salmiak kommt hauptsächlich auf Klüften und in Spalten der Krater, sowie überhaupt in der Nähe thätiger Vulkane (Vesuv, Ätna, Stromboli u. s. w.) vor; er zeigt sich auf brennenden Halden der Steinkohlengruben, z. B. bei Zwickau in Sachsen, im Plauenschen Grunde bei Dresden (zusammen mit Realgar, Auripigment und Schwefel), bei Oberhausen unweit Ruhrort; endlich bildet er sich auch im Erdboden, der reich mit tierischem Dünger versorgt ist, in alten Düngeranhäufungen, im Guano, z. B. in dem aus Afrika kommenden. Der meiste Salmiak wird aber künstlich hergestellt. In früheren Zeiten kam er fast ausschließlich aus Ägypten in den Handel, wo man, in Ermangelung von anderm Brennmaterial, getrockneten Kamelmist verbrennt, dessen Stickstoff- und Kochsalzgehalt hierbei zur Bildung von Chlorammonium Gelegenheit giebt; das Chlorammonium setzt sich mit dem Ruß in den Rauchfängen ab und wird dann durch einfache chemische Prozesse gereinigt. Gegenwärtig wird der Salmiak in besonderen Salmiakfabriken dargestellt und zwar aus kohlensaurem Ammoniak (Hirschhornsalz), welches bei der Destillation von Steinkohlen, Horn, Leder, Urin und anderen tierischen Abfällen erhalten wird. — Der Salmiak wird beim Löten und Verzinnen der Metalle gebraucht, weil er unter Entwickelung von Ammoniak viele Metalloxyde und Metalle auflöst; er dient zur Darstellung des Königswassers und des Ammoniaks, als Beize des Schnupftabaks, als Zusatz zu manchen Farben und als Arzneimittel. Salmiakgeist ist eine Lösung von Ammoniak in Wasser.

7. Ordnung. **Flußsaure Salze**, Fluoride.

Die flußsauren Salze sind im Wasser nicht löslich und vor dem Lötrohr teils unschmelzbar, teils leicht schmelzbar. Beim Erwärmen mit Schwefelsäure entwickeln sie Flußsäure; welche Glas ätzt. — Es gehört hierher der Flußspat und der Kryolith.

Der **Flußspat** (Fluorit) kommt in schön und deutlich ausgebildeten, dem tesseralen System angehörigen Krystallen, wie auch in derben

Massen von körnigem, stengeligem, dichtem und erdigem Gefüge vor. Die am häufigsten auftretende Krystallform ist der Würfel oder das Hexaëder, seltener tritt das Oktaëder und noch seltener das Rhombendodekaëder auf. Dagegen sind zusammengesetzte Gestalten oder Kombinationen der genannten Formen nicht selten; so kommt z. B. das Hexaëder durch die Flächen des Oktaëders enteckt oder durch die Flächen des Rhombendodekaëders entkantet vor. Die Krystalle sind einzeln aufgewachsen oder zu Drusen und Gruppen vereinigt; in der Richtung der Oktaëderflächen sind sie vollkommen spaltbar; die Hexaëder verlieren daher leicht ihre Ecken. Wegen seiner schönen Farben wurde der Flußspat von den alten Bergleuten Erzblume genannt; am häufigsten ist er gelb, grün oder blau (und zwar in den verschiedensten Abstufungen) gefärbt; man findet ihn aber auch farblos. Rosenroter Flußspat kommt am St. Gotthard und in den Montblanc-Alpen vor. Zuweilen zeigt ein und derselbe Krystall auch zweierlei Farben, indem er an der Oberfläche bei reflektiertem Lichte amethystblau, bei durchfallendem Lichte aber meergrün erscheint. Der Flußspat ist ferner durchsichtig bis undurchsichtig, besitzt Glasglanz und weißen Strich. Er steht auf der vierten Härtestufe ($H = 4$) und ist etwa 3 mal so schwer als Wasser ($G = 3{,}1 — 3{,}2$). Wenn man Flußspat (in einem alten eisernen Löffel oder auf einem Stück Blech) in gepulvertem Zustande (oder auch in Stücken) erhitzt, so leuchtet er mehr oder weniger stark im Dunklen mit schön bläulichem Licht, er phosphoresciert. Am stärksten tritt diese Phosphorescenz bei den grünen Abänderungen, welche Chlorophan heißen, hervor. Bei zu starkem Erhitzen verschwindet jedoch diese Eigenschaft; auch hat Kenngott beobachtet, daß namentlich die roten Flußspate hierbei ihre Farbe verlieren und wasserhell werden. Im reinen Zustande besteht der Flußspat aus Calcium (51,28 Prozent) und Fluor (48,72 Prozent). Glüht man Flußspat in einem Probierglöschen in der Weingeistflamme, so zerspringt er unter Knistern in tausend Stückchen; auch vor dem Lötrohr zerknistert er stark, phosphoresciert dann und schmilzt endlich in dünnen Splittern, indem er die Flamme rot färbt, sehr schwer zu einer unklaren Masse. Gepulvert und mit feingeschabtem Gips und etwas Wasser zu einem Klümpchen geformt, schmilzt er dagegen leicht zu einer anfangs klaren, nach der Abkühlung aber unklaren emailähnlichen Masse. Schmilzt man das Flußspatpulver mit vorher geschmolzenem Phosphorsalz im Glasröhrchen, so entweicht Flußsäure. In Salz- und Schwefelsäure ist Flußspat langsam und schwer löslich; in konzentrierter Schwefelsäure ist er unter Entwickelung von Flußsäure löslich. Erhitzt man nämlich etwas gepulverten, mit Schwefel-

säure befeuchteten Flußspat in einem Probierglässchen, so entwickelt sich ein aus dem Fluor des Flußspats und dem Wasserstoff des in der Schwefelsäure vorhandenen Wassers bestehender, weißer Dampf, die Flußsäure (Fluorwasserstoffsäure), welche blaues Lackmuspapier rötet und für die Lunge ein starkes Gift ist und daher nicht eingeatmet werden darf. Wenn sich keine Dämpfe mehr entwickeln, so kann man das Probierglässchen mit Wasser auswaschen; man wird dann finden, daß es innen glanzlos und matt geworden ist; die Flußsäure hat das Glas angegriffen oder etwas aufgelöst. Diese Beobachtung hat zuerst der Schreinermeister Schwankhard in Nürnberg vor mehr als 200 Jahren (im Jahre 1670) gemacht, und so die Kunst, das Glas zu ätzen, erfunden. Um einen schönen Versuch dieser Art anzustellen, schütte man etwas gepulverten Flußspat in ein kleines Bleigefäß, das aber nicht mit Zinn gelötet sein darf. Darauf überziehe man ein Stück Glas, welches so groß ist, daß es das Gefäß bedeckt, mit Wachs, und zeichne mit einer Nadel Figuren oder Buchstaben in das Wachs, so daß das Glas an diesen Stellen vom Wachs entblößt wird. Nun übergieße man das Flußspatpulver mit konzentrierter Schwefelsäure und decke das Glas über das Gefäß, so daß die mit Wachs überzogene Seite nach unten gewendet ist. Nimmt man das Glas nach einigen Stunden hinweg und läßt das Wachs über der Weingeistflamme abschmelzen, so wird man die Zeichnungen in das Glas eingeätzt (vertieft) finden. Auch bei diesem Versuche ist die größte Vorsicht nötig! Leitet man die Flußsäuredämpfe durch bleierne Röhren in eine etwas Wasser enthaltende, von einem mit Eisstücken gefüllten Gefäße umgebene Flasche von Blei oder Guttapercha, so verdichten sie sich in derselben zu einer ebenfalls außerordentlich ätzenden Flüssigkeit, die mit dem Pinsel auf die entblößten Stellen des Glases (z. B. beim Anbringen von Teilstrichen auf Glasröhren) aufgetragen werden kann.

Der Flußspat ist ein häufig vorkommendes Mineral. Er findet sich auf den Zinnerzlagerstätten in Sachsen, Böhmen und Cornwall, auf Silbergängen bei Freiberg, Gersdorf, Marienberg, Annaberg in Sachsen, Kongsberg in Norwegen, auf Bleigängen in Derbyshire, Cumberland und Northumberland. Im Teufelsgrunde des Münsterthales am hohen Belchen kommen Würfel von 1 Fuß Durchmesser vor; auch bei Freiberg und bei Stolberg am Harz sind Würfel von 3 — 6 Zoll Durchmesser gefunden worden. Bei Ehrenfriedersdorf und Marienberg in Sachsen kommen Oktaëder vor, welche aus lauter kleinen Hexaëdern aufgebaut sind. Derber Flußspat bildet z. B. bei Steinbach in Meiningen und

bei Stolberg am Harz mächtige Gänge. Der Flußspatgang des Flußberges bei Steinbach (zwischen Liebenstein und Steinbach einerseits und dem Inselsberg anderseits gelegen), 1000 Schritt lang und abwechselnd 20—40 Fuß hoch, gleicht der Mauer einer gewaltigen Ruine und ist mit Moosen und Flechten bewachsen. Der Flußspatgang bei Stolberg ist gegen 100 Fuß mächtig und liefert alljährlich der Gewerkschaft auf den Mansfelder Kupferhütten 50 000 Zentner Flußspat. — Der meiste Flußspat wird als Flußmittel (Schmelzmittel), als ein das Schmelzen (Fließen) von Silber-, Kupfer- und Eisenerzen befördernder Zuschlag benutzt; außerdem dient er als Zusatz zu Glasuren und Emaillen und zur Darstellung der Flußsäure. Die schön gefärbten, stark durchscheinenden, großkörnigen und stengeligen Abänderungen werden in England zu allerlei kleinen Kunstwerken und Schmuckgegenständen verarbeitet und lieferten vielleicht auch den Alten das Material zu den berühmten murrhinischen Gefäßen.

Der **Kryolith** kommt zwar auch kristallisiert vor, aber die Kristalle sind sehr klein und selten; sie haben einige Ähnlichkeit mit entecken Würfeln, gehören jedoch dem triklinischen System an. Gewöhnlich bildet der Kryolith derbe, großkörnige bis dickschalige Massen, welche nicht selten eine blätterige, zwillingsartige Zusammensetzung haben und stets nach drei Richtungen spaltbar sind. Meist ist er weiß, graulich-weiß, gelblich oder rötlich, durchscheinend, glasglänzend, spröde. Er ist ziemlich so hart als der Kalkspat (H = 2,5—3), sein Gewicht beträgt 2,9. Er besteht aus Fluor, Aluminium und Natrium und schmilzt schon in der Lichtflamme. Vor dem Lötrohr schmilzt er sehr leicht zu einem weißen Email, färbt dabei die Flamme rötlich-gelb und hinterläßt zuletzt auf der Kohle eine Kruste von Thonerde, welche durch Kobaltlösung blau gefärbt wird. Von konzentrierter Schwefelsäure wird er unter Entwickelung von Flußsäure vollständig, von Salzsäure nur teilweise gelöst. — Der Kryolith bildet bei Ivigtut am Arsutfjord im südlichen Grönland mehrere 5—6 Fuß mächtige Lager im Gneiß, die oft Eisenkies, Kupferkies, Bleiglanz, Eisenspat und Quarz enthalten. Außerdem findet er sich auch bei Miask am Ural. — Seit der Kryolith in bedeutender Menge und zu billigen Preisen (der Zentner kostet etwa 9 ℳ) aus Grönland nach Europa und Nordamerika gebracht wird, hat man angefangen, ihn zur Bereitung von Ätznatron, kohlensaurem Natron (Soda) und schwefelsaurer Thonerde zu benutzen. Nach H. Rose soll er auch zur Darstellung des Aluminiummetalls am vorzüglichsten geeignet sein.

V. Klasse. Brenze, Phytogenide.

Die Brenze sind chemische Verbindungen der Nichtmetalle (Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff). Sie haben vorherrschend nichtmetallisches Aussehen und gefärbten Strich, geringes Gewicht und geringe Härte. Sie stammen aus dem Pflanzenreiche, kommen nie krystallisiert vor und verbrennen entweder vollständig oder mit Hinterlassung von mehr oder weniger Asche. In Säuren sind sie unlöslich. Sie werden in Kohlen und Harze unterschieden.

1. Ordnung. Kohlen, Anthrakoide.

Die Kohlen haben schwarze oder braune Farbe und ähnlichen Strich, bestehen in der Hauptsache aus Kohlenstoff, sind nicht oder kaum schmelzbar und weder in Äther, noch in Alkohol oder Terpentinöl löslich. Sie sind fast über die ganze Erde verbreitet, bilden häufig mächtige Lager und kommen meist in ebenen Gegenden oder in flachen Thälern am Rande der (Gneiß-, Glimmerschiefer- und Thonglimmerschiefer-) Gebirge vor. Als Brennmaterial sind sie von außerordentlicher Wichtigkeit und der materielle Fortschritt in unserer Zeit hängt lediglich von ihnen ab. — Die wichtigsten Kohlen sind der Anthracit, die Steinkohle (Schwarzkohle), die Braunkohle, der Torf.

Der **Anthracit** (die Kohlenblende) bildet derbe, zuweilen kugelige Massen, eingesprengte Körner und pulverige Beschläge. Er ist dicht, selten stengelig, eisenschwarz bis graulich-schwarz, bisweilen bunt angelaufen, undurchsichtig, spröde, hat starken metallartigen Glanz, graulichschwarzen Strich und muscheligen Bruch. An Härte ist er der Steinkohle gleich (H = 2—2,5), an Gewicht übertrifft er dieselbe (G = 1,4—1,7). Er besteht in der Hauptsache aus Kohlenstoff (über 90 Prozent), etwas Sauerstoff und Wasserstoff, und stellt so eine Pflanzenmasse dar, die ihren Sauerstoff- und Wasserstoffgehalt fast ganz verloren hat. Im Feuer verbrennt er nur bei starkem Luftzuge teils mit schwacher Flamme, teils ohne Flamme, auch ohne Geruch und ohne Rauch und ohne zu schmelzen. Im Glaskölbchen erhitzt, giebt er etwas Feuchtigkeit, aber kein brenzliches Öl. Von Kalilauge wird er nicht angegriffen, in Äther und Terpentinöl ist er unveränderlich. — Der Anthracit bildet unerschöpfliche Lager in Pennsylvanien an der Ostseite der Alleghannis und im Staate Rhode Island in Nordamerika, die erst seit dem Jahre

1813 abgebaut werden und sehr reichen Ertrag gewähren; mehr untergeordnet kommt er in Südwales in England, in den französischen und piemontesischen Alpen, am Meißner in Hessen-Nassau, bei Lieschwitz bei Gera, bei Schönfeld bei Frauenstein, bei Rehfeld und Zaunhaus bei Altenberg in Sachsen vor. Sehr reiche Anthracitlager hat auch China. — Bei unausgesetztem und starkem Luftzuge liefert der Anthracit ein sehr brauchbares Brennmaterial, da er bedeutend mehr Hitze giebt als die Steinkohle.

Die **Steinkohle** oder **Schwarzkohle** ist schwarz (braun-schwarz, grau-schwarz, pechschwarz oder sammetschwarz), glas- oder fettglänzend, undurchsichtig, wenig spröde, hat braun- oder grau-schwarzen Strich und muscheligen bis unebenen oder faserigen Bruch. Unter dem Mikroskop zeigt sie meist vegetabilische Struktur. An Härte übertrifft sie teilweise das Steinsalz ($H = 2 - 2{,}5$), das Gewicht beträgt 1,2 — 1,5. Sie besteht vorherrschend aus Kohlenstoff (75 — 90 Prozent), aus Sauerstoff und etwas Wasserstoff; sie ist aber oft durch fremdartige Beimengungen verunreinigt, besonders durch Eisenkies, Bleiglanz, Zinkblende, Eisenspat (Sphärosiderit), Kalkspat. Die Steinkohle verbrennt langsam mit heller Flamme, starkem Rauch und eigentümlichem Geruch. Einige Abänderungen erweichen und schmelzen in der Hitze und backen zu einer harten, kompakten Masse (Koks) zusammen; andere erweichen nicht und backen nicht zusammen, sondern zerbröckeln in der Hitze und hinterlassen zum Teil einen erdigen, lockern Rückstand; erstere werden Backkohlen, letztere Sandkohlen genannt; zwischen ihnen stehen die Sinterkohlen, welche in der Hitze zusammensintern, ohne zu erweichen und zu schmelzen. Backkohlen und Sinterkohlen werden als fette (bitumenreiche), Sandkohlen als magere (bitumenarme) Steinkohlen bezeichnet. Wenn man ein Probierglässchen, das man zur Hälfte mit Steinkohlenpulver angefüllt und mit einem Kork, durch den eine kurze, in eine Spitze ausgezogene Glasröhre geschoben ist, verschlossen hat, über der Weingeistflamme erhitzt, so dringt alsbald aus der Röhre ein unangenehm riechendes Gas heraus, das mit hellleuchtender Flamme verbrennt, wenn es entzündet wird; es ist Kohlenwasserstoffgas oder Leuchtgas. Erwärmte Kalilauge wird durch Steinkohle nicht oder hellgelblichbraun gefärbt.

Nach dem Gefüge und dem Glanz unterscheidet man folgende Abänderungen der Steinkohle:

die Glanzkohle (Pechkohle); sie hat muscheligen Bruch und starken Glanz, ist sammetschwarz und spröde;

die Kännelkohle (Kerzenkohle); sie hat flachmuscheligen, fast ebenen Bruch, ist schwach wachsglänzend, ziemlich zähe, pechschwarz, leicht entzündlich;

die Grobkohle; sie ist undeutlich- oder dickschieferig, grobkörnig, von unebenem Bruch, wachsartig schimmernd und mehr grau-schwarz;

die Schieferkohle; sie ist deutlich schieferig und besteht aus mehr oder weniger dünnen, abwechselnd stärker und schwächer glänzenden Lagen; ist sie sehr dünnschieferig, so heißt sie auch Blätterkohle;

die Rußkohle; sie bildet lockere, zerreibliche und abfärbende Massen mit erdigem Bruch und ist wenig glänzend bis matt;

die Faserkohle; sie hat faseriges Gefüge und Seidenglanz und ist weich und zerreiblich.

Während früher die wunderlichsten Meinungen über die Entstehung der Steinkohlen ausgesprochen wurden, ist heute niemand mehr darüber in Zweifel, daß sie pflanzlichen Ursprungs sind. Wohlerhaltene, in Kohle umgewandelte Wurzeln, Stämme, Blätter, Früchte, vor allen Dingen aber die pflanzliche Struktur, welche die Steinkohle bei gehöriger Vorbereitung unter dem Mikroskop zeigt, beweisen diese Ansicht. So sind die holzigen Gefäßbündel von Coniferenstämmen, Farnstrünken, Bärlappen (Sigillarien und Lepidodendren) und Schachtelhalmen (Calamiten) in durch und durch erkennbaren Formen erhalten. Endlich lehrt auch das Experiment, daß man unter geeigneten Vorsichtsmaßregeln aus Holz Stoffe darstellen kann, welche die Eigenschaften und die chemische Zusammensetzung der Steinkohle haben.

Die Steinkohlen bilden mehr oder weniger mächtige Schichten, die sogenannten Kohlenflötze, welche mit Schieferthonen und Sandsteinen wechsellagern und sich oft über viele Quadratmeilen ausdehnen. Die bedeutendsten Kohlenlager des Deutschen Reiches sind in Oberschlesien (Königshütte, Laurahütte), bei Waldenburg in Schlesien, im Plauenschen Grunde, bei Lugau und bei Zwickau in Sachsen, an der Ruhr in Westfalen (Essen, Bochum, Dortmund), bei Aachen, Stolberg und Eschweiler in der Rheinprovinz (der östliche Ausläufer des großen belgischen Beckens von Charleroi), an der Saar bei Saarlouis und Saarbrücken (das sich nach der bayerischen Pfalz herüberzieht, St. Ingbert). In Österreich-Ungarn finden sich Steinkohlenlager zwischen Schlan, Kladno, Rakonitz und zwischen Pilsen und Mies in Böhmen, bei Ostrau und bei Brünn in Mähren, bei Ödenburg und bei Fünfkirchen in Ungarn, bei Kronstadt u. s. w. Sehr große Kohlenbecken besitzen Belgien (zwischen Lüttich,

Charleroi, Mons), Frankreich (St. Etienne, Creuzot), Rußland. Die größten Kohlenlager Europas besitzt England. Den größten Kohlenreichtum der Welt besitzt Nordamerika, dessen Kohlenfelder ein Areal bedecken, das größer ist als das Deutsche Reich. Die Kohlenfelder Chinas sollen jedoch noch größer sein.

Da die Steinkohlenflötze infolge ihrer Bildung in früheren geologischen Perioden gewöhnlich tief unter der Erdoberfläche liegen und sich immer mehrere über einander befinden, so ist zu deren Abbau der Bergwerksbetrieb unerläßlich. Großartige Kohlenbergwerke finden wir in der Rheinprovinz, in Westfalen, bei Zwickau in Sachsen, in Oberschlesien, Mähren und Böhmen; außer Deutschland in England, Belgien und im südlichen Frankreich. Um uns eine Vorstellung von einem Kohlenbergwerke zu machen, wollen wir den Steinkohlengruben von Kladno in Böhmen einen Besuch abstatten. „Daselbst liegt ein 12 m mächtiges (dickes) Steinkohlenflötz zwischen weißem Sandstein eingelagert am steilen Abhange eines Kieselschieferfelsens, welcher, wie eine kleine Halbinsel aus dem Kohlenbassin hervorragend, die große Kladnoer Eisenhütte trägt. Links und rechts neben den ausgedehnten Hüttenanlagen senken sich die Kohlenschächte bis 250 m tief nieder; wir werden auf einer an starken Drahtseilen hängenden, zwischen senkrechten Schienen gleitenden Förderbühne durch die mächtige Dampfmaschine hinabgetragen. Am untern Schachtende betreten wir einen hochgewölbten Raum, das Füllort, von welchem strahlenförmig die schienenbelegten Hauptförderstrecken ausgehen. Dicht neben dem Füllort befindet sich die Bergschmiede; hier werden bei Lampenlicht die Arbeitsgeräte der Bergleute repariert und geschärft. Die Schmiede grenzt an den Kesselofen, worin der Dampf für viele Dampfmaschinen erzeugt wird, welche, an verschiedenen Stellen der Grube befindlich, die Kohlenbeförderung besorgen. Der Gedanke, die Dampfkraft in den Tiefen der Erde anzuwenden, ist ein höchst fruchtbarer. Die zur Dampferzeugung nötigen Kohlen sind unten gleich zur Hand, der Schornstein zur Vermittelung eines starken Zuges und rascher Wärmeentbindung ist im Schachte selbst gegeben. Indem aber die durch den Schacht ausströmenden Verbrennungsprodukte die Luftsäule desselben erwärmen, befördern sie den Luftzug in der Grube in solcher Weise, daß sich nirgends sogenannte schlagende Wetter (brennbare, heftige Explosionen hervorbringende Gase) ansammeln können. In vielen Gängen der Grube herrscht ein wahrer Sturmwind, welcher durch Thüren gemäßigt werden muß. Die kleinen, in der Tiefe thätigen Fördermaschinen erhalten den Dampf durch lange Rohrleitungen zugeführt, sie ziehen schwere Kohlen-

lasten auf den in die Tiefe der Mulde reichenden Querstrecken herauf und geben sie auf die horizontal nach dem Hauptförderschachte hinführenden Schienenwege ab. Die Kohlengewinnung geschieht auf diesen Gruben mittels des Bruchbaues; die eigentümlichen Lagerungsverhältnisse unterstützen dies. Das Kohlenflötz besteht nämlich aus drei Lagen von 3—5 m Mächtigkeit (Dicke), welche durch 30—90 cm mächtige Sandsteinbänke von einander getrennt sind. Zuerst wird der obere Flötzteil bis auf die oberste Sandsteinbank herausgenommen und, nachdem das Hangende niedergegangen und sich fest angelegt hat, greift man das zweite Flötzstück zwischen der oberen und unteren Sandsteinbank an, und nimmt zuletzt das dritte, tiefste Flötzstück heraus. An einzelnen Stellen des Bassins sind die drei Kohlenflötze durch mächtigere Zwischenmittel von Sandstein getrennt und verlieren sich allmählich, so daß der gegen Süden gekehrte Muldenabhang nicht von Steinkohle bedeckt erscheint." („Buch der Erfindungen", Bd. III, S. 146.) — Eine lebhafte Schilderung eines englischen Steinkohlenbergwerks entwirft H. J. Meyer, der bekannte Gründer des Bibliographischen Instituts in Hildburghausen, im 9. Bande der von ihm herausgegebenen Volksbibliothek, 1854. „Ich denke nie", sagt er, „ohne Aufregung der Stunde, da ich während meines Aufenthaltes in England zum erstenmal ein Kohlenwerk besuchte. Wir gingen von Newcastle das Tynethal hinauf. Wie wir weiter kamen, umgab uns endlich rußiger Dampf und raubte uns jede Fernsicht. Aus der Tiefe wurden unheimliche Töne hörbar: das Ächzen der Pumpen, das Stöhnen der Dampfmaschinen, das Rasseln der auf- und absteigenden Wagen, das Sprengen der Kohlenmassen unter unseren Füßen. Das Dröhnen in dem Eingeweide der Erde, dazu die auf den Eisenbahnen zum Strome dahinrollenden Wagen, das geschäftige Hin- und Herlaufen der schwarzen, berußten Menschengaben der ganzen Scene etwas Grausenhaftes, Gespenstiges. Wir eilten zu dem nächsten Zechenhause, einem weiten Gebäude mit turmhohen Schlöten, und traten ein. Alles in dem Hause war in Kohlenstaub gehüllt, schwarz, finster. Den Hauptplatz nahm die große Dampfmaschine ein, die Seele des Ganzen. Sie hatte eine Kraft von 300 Pferden, die kolossalen Cylinder 5 Fuß Durchmesser. Ein gußeiserner Balancier, 400 Zentner schwer, regelte ihre Wirkung; ruhig senkte sich der herkulische Hebel und hob sich wieder in stetem Wechsel. Hundertfältiges Räderwerk und Getriebe ging so still und sanft wie ein Uhrwerk. Neben der Maschine öffnete sich ein Schlund der Tiefe. Wagen voller Kohlen, Bergleute und Beamte mit rußigen Gesichtern kamen herauf und verschwanden schnell wie die

Schatten. Bei aller Thätigkeit um und neben und über und unter uns nirgends Lärm, nirgends Verwirrung. Auf die Einladung des uns begleitenden Offizianten stiegen wir in einen leeren Kohlenwagen, der eben in den Schacht einfahren wollte, und auf ein Zeichen ging es mit Blitzesschnelligkeit hinab, mehrere hundert Fuß tief. Wir hielten an der ersten Galerie, wo das oberste Kohlenflötz, das hier eine Mächtigkeit von 5 Fuß hatte, ausgebeutet wurde, und stiegen aus, um die Kohlengewinnung selber zu betrachten. Man hatte eben eine etwa 12 Fuß lange Wand verschrämt, die nun mittels eines mit Pulver gefüllten Bohrlochs abgesprengt werden sollte. Der Schuß geschah; eine Kohlenmasse von mindestens 300 Zentnern stürzte herein, meistens in großen, ja zum Teil so großen Stücken, daß sie drei Mann nicht bewegen konnten und sie mit Hammer und Keil gespalten werden mußten. — Nach dem Sprengen wurden die Kohlen in die schon bereitstehenden, vierräderigen, auf Schienenwegen laufenden, mit Haken an einander zu hängenden Körbe geschafft, und während dem trat ein Aufseher herzu, mit einem Buche in der Hand, der nachsah, ob die Körbe gehörig voll waren, ihre Anzahl notierte, sich dann auf den hintersten Korb setzte und sich mit dem ganzen Zuge von dem einen der Arbeiter unter den Schacht schieben ließ. Dort sahen wir die mit Rädern versehenen Kohlenkörbe am Hebeseil befestigen; im Nu werden sie emporgehoben, stürzen ihre Kohlen in einen hölzernen Schlauch, dessen schiefliegender Boden mit Siebdraht überflochten ist; hier reinigen sich im Hinabgleiten die Kohlen vom Grus und kommen zur Bank, wo sie von Weiber- und Kinderhänden einer raschen Sortierung in sehr große, mittelgroße und kleine Stücke unterliegen und dann in eiserne Wagen, jeder von 100 Zentner Inhalt, gefüllt werden, die auf der geneigten Fläche einer Eisenbahn von selber zum Quai am Flusse laufen, wo sie ihre Ladung in die harrenden Schiffe stürzen."

Die Förderung durch Pferde geschieht in großartigster Weise in den bekannten französischen Werken von Creuzot, wo die Tiere, einmal in den Schacht hinabgelassen, das Tageslicht selten wieder erblicken; denn macht schon das Anfahren dieser Hilfsarbeiter große Schwierigkeiten, so würden dieselben beim Ausfahren nicht geringer sein. Man darf auch nicht glauben, daß der unterirdische Aufenthalt auf das Wohlbefinden der Pferde einen nachteiligen Einfluß übt, im Gegenteil scheinen diese sich sehr gut dareinzufinden, wie ihre Lebensdauer beweist, die in der Regel eine längere ist, als oben auf der Erde.

Die Gruben von Whitehaven in der englischen Grafschaft Cumberland erstrecken sich 3000 Fuß weit unter dem Boden des Meeres hin,

wobei die untersten Gesenke bis zu einer Tiefe von 950 Fuß gehen, während die obersten Strecken durch eine 75 Fuß dicke Felsdecke vor dem Einbruch des Seewassers geschützt sind. Auch mehrere andere englische Steinkohlengruben erstrecken sich unter das Meer, aber nicht so weit.

Zu den gefährlichsten Vorkommnissen in Steinkohlenbergwerken gehört das übermäßige Auftreten von leichtem Kohlenwasserstoffgas, einem der gewöhnlichsten gasförmigen Zersetzungsprodukte organischer Körper, wenn diese unter Abschluß der Luft verwesen. Es ist dasselbe Gas, welches sich in Sümpfen und stehenden Gewässern, auf deren Boden Pflanzenstoffe verwesen, bildet und dann Sumpfgas genannt wird; in manchen Gegenden, z. B. bei Baku am Kaspischen See, entströmt es dem Erdboden; in den Kohlenbergwerken entsteht es durch langsame Zersetzung der Steinkohlen und man bezeichnet es als Grubengas. Ist dieses Gas schon an sich nicht atembar, überaus brennbar und leicht entzündlich, so verursacht dasselbe, mit atmosphärischer Luft gemischt, geradezu fürchterliche Explosionen, welche schon viel Unglück herbeigeführt haben. Ein solches Gemenge äußert sich nämlich, wenn es entzündet wird, ganz wie das aus Wasserstoff und Sauerstoff bestehende Knallgas, und da die Bedingungen seiner Entstehung sowohl, als die seiner Entzündung durch die Grubenlampen der Bergleute überall in den Kohlenbergwerken gegeben sind, so leuchtet ein, daß diesem Feinde gegenüber die größte Vorsicht angezeigt ist. Von ihrer Wirkung haben diese Gasanhäufungen den Namen „schlagende Wetter" erhalten. Als Mittel, um die schädlichen Wirkungen der „schlagenden Wetter" zu verhindern, benutzte der englische Chemiker Davy die Abkühlung, die ein brennendes Gasgemenge durch ein feines Drahtnetz erfährt, zur Konstruktion seiner berühmten Sicherheitslampe. Bei dieser Lampe ist nämlich die Flamme mit einem cylinderförmigem Drahtnetz umgeben, welches so fein gestrickt ist, daß auf den Quadrat-Centimeter über 300 Öffnungen kommen. Nachdem der Docht angezündet ist, wird die Drahthülle aufgesetzt, die nun während der Arbeit nicht wieder abgenommen zu werden braucht, da sowohl das Putzen des Dochtes, als das Nachfüllen des Öles von außen bewirkt wird. Um unvorsichtigen Bergleuten das Öffnen der Lampe unmöglich zu machen, ist dieselbe mit einem Schlosse versehen, zu dem nur ein außerhalb der Grube befindlicher Aufseher (der Steiger) den Schlüssel hat. Das gefährliche Gasgemenge kann nun bloß im Innern der Drahthülle verbrennen, ohne daß die Flamme durch den Draht hindurch das äußere Gas entzündet; doch muß sich der Bergmann schleunigst entfernen, sobald er bläuliche Gasflammen in seiner Lampe wahrnimmt,

denn bei längerem Fortbrennen derselben würde das Drahtnetz dergestalt erhitzt werden, daß es auch das außen befindliche Gas entzünden würde.

Daß ein so brennbares Material, wie die Kohlen, auch durch verschiedenartige Einwirkungen auf seiner unterirdischen Lagerstätte in Brand geraten kann, bedarf keiner weitern Auseinandersetzung. Unvorsichtiges Gebaren der Bergleute mit Feuer und Licht, Explosionen der schlagenden Wetter, namentlich aber auch große Wärmeentwickelung infolge chemischer Vorgänge, z. B. infolge der Zersetzung von Eisenkies, können solche Entzündungen hervorrufen. Wenn nun auch der Zutritt der atmosphärischen Luft nie so reichlich erfolgt, um ein Brennen mit heller Flamme zu gestatten, so bewirkt doch die entwickelte Hitze, daß die Kohlen immer weiter glimmen, den Brand unterhalten und weiter führen. Gewöhnlich brechen Grubenbrände in abgebauten Feldern aus, wo sich Kohlenschutt angehäuft findet, teilen sich aber dann auch unversehrten Lagern mit und nehmen oft große Ausdehnung an. Von den in Deutschland brennenden Steinkohlenlagern ist das bei Planitz unweit Zwickau das merkwürdigste, da man aus den Schriften des im Jahre 1490 zu Glauchau geborenen Mineralogen Georg Agricola ersieht, daß dasselbe schon in jener Zeit gebrannt habe. Alle Löschversuche sind vergeblich gewesen. Die Tiefe, in welcher die Kohlen brennen, wird auf 60 m angegeben. Das Vorhandensein des Brandes verrät die Temperatur des Erdbodens und demselben stellenweise entsteigender Qualm. Der Wärme wegen bleibt im Winter der Schnee nicht liegen. In verhältnismäßig geringer Tiefe steigt schon die Hitze so bedeutend, daß Eier darin hart werden. Der verstorbene Dr. R. Geitner, berühmt durch zahlreiche Erfindungen im Gebiete der Chemie, der Farbenfabrikation, der künstlichen Mineralwasserbereitung, sowie durch erste Erzeugung des Argentan, kam 1837 auf die Idee, diese Erdbrände zur Erwärmung von Gewächshäusern zu benutzen, was auch auf die befriedigendste Art gelang. Gegenwärtig ist jedoch der Planitzer Kohlenbrand bis auf einige sehr geringe Partieen erloschen und die Gärtnerei, die infolge Nachlassens des Brandes sehr zurückgegangen war, im Jahre 1882 aufgehoben worden.

Auch bei Duttweiler in der bayerischen Pfalz hat ein Erdbrand ein 4 m mächtiges Steinkohlenflötz ergriffen und schon seit Jahrhunderten, vielleicht seit Jahrtausenden an ihm gezehrt. Der sogenannte brennende Berg raucht wie ein Vulkan, aus den Felsspalten treten Dämpfe aus, welche Schwefel, Salmiak und allerlei Salze absetzen. Die Glut hat den Schieferthon gebrannt und gerötet. In Frankreich hat man bei St. Etienne, in England an mehreren Orten, in Nordamerika in Illinois

Kohlenbrände beobachtet. Wenn Aussicht auf Erfolg vorhanden ist, so versucht man sie durch Verschütten, durch Verstopfen der Zugänge oder durch Wasser zu ersticken, richtet aber, wenn der Brand schon weiter fortgeschritten ist, selten etwas aus. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß manche warme Quellen, wie z. B. die zu Ems, aus Erdbränden hergeleitet werden müssen; jedenfalls aber sind manche Ausströmungen von brennbarer Luft die Folge solcher in größerer Tiefe vor sich gehenden chemischen Ereignisse.

Über die Kohlen- (Stein- und Braunkohlen-) Produktion der wichtigsten Kohlenländer der Erde hat Prof. Paul Trasenster in Lüttich, eine Autorität auf dem Gebiete der Bergwerks- und Hüttenstatistik, folgende Tabelle (in welcher die Einheit eine Million metrischer Tonnen bedeutet) entworfen. Es wurden gefördert in:

	1860	1870	1873	1879	1880	1881	1882
Deutschland	12,3	34,0	46,1	53,6	59,4	61,5	65,4
Großbritannien . . .	85,4	112,2	129,0	135,8	149,3	156,6	158,8
Frankreich	8,3	13,1	17,5	17,1	19,4	19,9	20,8
Vereinigte Staaten von Nordamerika . . .	15,2	30,7	51,3	63,8	70,3	77,3	88,1
Belgien	9,6	13,7	15,8	15,4	16,9	16,9	17,5
Österreich-Ungarn . .	3,5	8,3	11,9	14,9	16,0	17,3	18,0
Summa	134,3	212,0	271,6	300,5	331,1	349,5	368,6

Ferner giebt Trasenster für einige Länder, die mit ihrer Kohlenförderung weniger in Betracht kommen, die folgenden Zahlen:

Rußland	1881	3 245 000	Tonnen.
Spanien	1881	1 171 000	„
Schweden	1881	120 000	„
Australien	1881	2 200 000	„
Canada	1881	1 437 000	„
Britisch-Indien	1880	1 030 000	„
Chili	1880	800 000	„
Japan, 1879		530 000	„
China (schätzungsweise)		3 000 000	„

Rechnet man die ungefähre Förderung der unzivilisierten Länder hinzu, so erhält man eine Gesamtproduktion auf der ganzen Erde von ca. 385 Millionen Tonnen Stein- und Braunkohlen. Die Förderung steht nun durchaus nicht im Verhältnis zur Größe der betreffenden kohlenproduzierenden Länder. Es werden nämlich zwei Drittel der

Gesamtförderung aus den Kohlenfeldern des östlichen Europa geliefert, das einen Flächeninhalt von 15 400 engl. Quadratmeilen hat, während die Kohlenfelder Rußlands 19 300, die der Vereinigten Staaten 180 000, die Chinas 520 000 Quadratmeilen umfassen.

Was die Vergrößerung resp. Verminderung in der Förderung der einzelnen Staaten anlangt, so hat sich in den letzten 20 Jahren die Förderung der Vereinigten Staaten versechsfacht und nur Deutschland allein ist in demselben Maße fortgeschritten trotz seiner tiefen Gruben und räumlich beschränkten Kohlenbecken. Dabei ist zu bemerken, daß $^1/_5$ der deutschen Kohlen Braunkohlen sind, die nicht auf gleiche Stufe mit der guten Kohle gestellt werden können. Österreich ist zwar reich an guten Braunkohlen, die $^4/_5$ seiner Förderung ausmachen, aber arm an Steinkohlen. Frankreich nimmt wegen seiner beschränkten Kohlenbecken keine hervorragende Stellung ein, während Belgien, obschon das regsamste Land auf dem Kontinent, in dem Wettkampf der Kohlenförderung zurückgeblieben ist. Der besten Zukunft betreffs der Kohlenförderung sieht Amerika entgegen. Dasselbe besitzt durch die Zugänglichkeit seiner ausgedehnten Kohlenfelder und die große Mächtigkeit seiner Flötze große Vorteile, die, wenn sie einmal gehörig ausgenutzt werden, Amerika unbedingt zum größten Kohlenproduzenten der Erde machen müssen. Die Förderleistung eines Bergmanns pro Jahr beträgt in den Vereinigten Staaten 400 Tonnen, in England 345 Tonnen, in Deutschland 261 Tonnen, in Frankreich 186 Tonnen, in Österreich 170 Tonnen und in Belgien 166 Tonnen. Die Arbeitslöhne sind in Amerika am höchsten.

Die Benutzung der Steinkohlen ist eine so mannigfache und wichtige, daß ihnen in dieser Beziehung kein anderes Material gleichkommt. Von ihrem Vorkommen und ihrer Verwendung hängt der Wohlstand und materielle Fortschritt ganzer Länder und Provinzen ab; sie werden daher nicht ohne Grund als „schwarze Diamanten" bezeichnet. Da ihre Brennkraft eine dreimal so große als die des Buchenholzes ist, so liefern sie ein Brennmaterial von außerordentlichem Werte, das fast für alle Feuerungen brauchbar ist, ja ohne welches der großartige Betrieb der Dampfmaschinen gar nicht möglich wäre. „Die Steinkohle", sagt H. O. Lenz, „ist ein Brennstoff von unermeßlicher Wichtigkeit. Wo sie in Menge und in erwünschter Güte vorhanden ist, da wimmelt es von rastlos thätigen Menschen, da erheben sich zahllose Wohnungen, Magazine, Fabriken, da sprühen die Essen, da glühen die Schmelzöfen, die Kalk-, Ziegel-, Töpfer- und Glasöfen, da qualmen schwarze Rauchwolken aus turmeshohen Schlöten in den Himmel, da hebt die Gewalt der Dampfmaschinen, von

lodernden Flammen ins Ungeheure verstärkt, mit Leichtigkeit entsetzliche Lasten aus bodenloser Tiefe, treibt Pumpen, Stampfen, Rammklötze, stöhnende Blasebälge, rasselnde Räder, klirrende Ketten, zentnerschwere Hämmer, eisenzerschneidende Scheren, drehende Walzen, schnurrende Spindeln; da tobt, vom Kohlenfeuer gepeinigt, die Maschine des Dampfwagens, speit Flamme, Rauch und Dampf, jagt mit der Eile des Sturmwinds von Ort zu Ort, von Land zu Land, trägt rastlos, unermüdet, mit riesiger Gewalt, im Fluge eine Unmasse von Wagen, von fröhlichen, traurigen und gleichgültigen Menschen, von wiehernden Rossen und zwitschernden Kanarienvögeln, von Bausteinen, Bauhölzern, von Speise und Trank, von Kleidungs-, Schmuck- und Spielwaren über Berg und Thal und Wasser dahin; — und ist das Land vom Lande durch Meeresflächen getrennt, die sich weit und breit auf Tausende von Meilen erstrecken und alles, was Menschen und Vieh und Ware heißt, zu verschlingen drohen: da giebt die Steinkohle dem Lastschiffe die Kraft, daß es mit der Schnelle des Adlers, bei Regen und Sonnenschein, bei Windstille und heulendem Sturm mit seiner Ladung über dem Abgrunde hinschwebt, und Roß und Mann, Kanonen und Mörser, Pulver und Kugeln, Speise und Trank, Tabak und Balsam sicher an Ort und Stelle bringt; — sie giebt dem Kriegsschiffe die Kraft, daß es mit der Schnelle des Blitzes auf den Feind stürzen und ihm im raschen Wechsel von beiden Seiten den Donner der Geschütze, Tod und Verderben senden kann."

Können die Steinkohlen nicht unmittelbar für manche Zwecke benutzt werden, so werden sie im ausgeglühten (verkokten) Zustande verwendet. So eignen sie sich wegen ihrer fremdartigen Beimischungen, besonders wegen ihres Gehaltes an Eisenkies, nicht zum Schmelzen und Rösten von Erzen; sie werden daher in eigenartigen Öfen (Koksöfen) bei geringem Luftzutritt geglüht und so in eine graue, poröse Masse von metallischem Ansehen, **Koks** (englisch **Coaks**) genannt, verwandelt, welche gleich dem Anthracit bei starkem Luftzuge ohne Geruch und Ruß verbrennt und sich zum Ausschmelzen der Erze, zum Heizen von Lokomotiven, Dampfmaschinen u. s. w. vortrefflich eignet.

Eine besonders wichtige Anwendung finden die Steinkohlen bei der Darstellung des Leuchtgases. Das Leuchtgas ist in der Hauptsache ein Gemenge von schwerem Kohlenwasserstoff oder ölbildendem Gas (10 Prozent), leichtem Kohlenwasserstoff oder Grubengas (40 Prozent) und Kohlenoxyd (6 Prozent). Die Darstellung derselben erfolgt in den Gasanstalten. Hier werden Steinkohlen in thönernen, röhrenförmigen Gefäßen (Retorten), welche horizontal etwa zu je 6 in einem Ofen liegen, 4—6

Stunden lang erhitzt. Das daraus entweichende unreine Gas wird durch mannigfache Vorrichtungen gereinigt und zuletzt in einen großen Behälter, den Gasometer, geleitet, von welchem aus es durch Röhren in die Straßen und Häuser bis zu den zu beleuchtenden Stellen gelangt. Als Nebenprodukte der Gasbereitung gewinnt man Koks, welcher den festen Rückstand in den thönernen Retorten bildet, Steinkohlenteer, aus welchem Benzin, Karbolsäure, Naphthalin, Anilinfarben und andere wichtige Stoffe dargestellt werden, Ammoniakwasser, aus welchem Salmiakgeist (Lösung von Ammoniak in Wasser) dargestellt wird.

Aus den staubigen Steinkohlenmassen und aus Abfällen der Steinkohlen werden durch Pressen Kohlenziegel (Briketts) geformt, welche ebenfalls ein beliebtes Brennmaterial geworden sind. Steinkohlenasche dient als Zusatz zum Mörtel für Wasserbauten, sowie zur Trockenlegung von Wohnzimmern und ganzen Gebäuden, zur Verbesserung der Wege u. s. w. Die Kännelkohle, welche in England und Schottland gewonnen wird, verarbeitet man zu Schmucksachen (Hals- und Armbändern), Dosen, Rosenkränzen, Knöpfen u. s. w.

Der Steinkohlenbergbau hat eine weit zurückgehende Geschichte, und Belgien, das heute noch mit seinen Werken in der ersten Reihe aller kohlenproduzierenden Länder steht, darf den Ruhm beanspruchen, die Wiege dieses Riesen gewesen zu sein. Dort haben wahrscheinlich schon im 12. Jahrhundert Kohlengruben in regelmäßigem Betriebe gestanden. Die Kohlen selbst und ihre Brennbarkeit waren schon viel früher bekannt, allein man fühlte noch nicht das Bedürfnis, ihre Gewinnung zu betreiben, und selbst in England scheint lange Zeit vergangen zu sein, ehe man dem jenseits des Kanals gegebenen Beispiele folgte. Noch im 14. Jahrhundert hielt es der Magistrat in London für angemessen, eine Verordnung zu erlassen, durch welche das Brennen von Steinkohlen auf das strengste verboten wurde.

Die **Braunkohle** (Lignit) bildet derbe Massen von dichtem, holzartigem oder erdigem Gefüge. Ihre Farbe ist meist braun (holzbraun bis pechschwarz), der Strich ebenfalls braun, der Bruch muschelig, holzartig oder uneben. Sie ist ferner undurchsichtig, schimmernd bis matt, bisweilen auch fettglänzend und zeigt sehr häufig die wohlerhaltene pflanzliche Struktur, oft noch die äußere vegetabilische Form. Ihre Härte ist meist geringer als die der Steinkohle ($H = 1 - 2{,}5$), ebenso ihr Gewicht ($G = 0{,}5 - 1{,}5$). Sie besteht aus 55 — 75 Prozent Kohlenstoff, aus Sauerstoff, Wasserstoff, etwas Stickstoff und erdigen Beimengungen Aschenbestandteilen), verbrennt leicht mit stark rußender Flamme und

unangenehmem, brenzlichem Geruch. Kalilauge wird durch sie tiefbraun gefärbt. Mit Schwefel erhitzt, giebt sie viel Schwefelwasserstoff.

Die wichtigsten Abänderungen der Braunkohle sind

die holzartige Braunkohle (bituminöses Holz, Lignit), holzbraun, mit deutlicher Holzstruktur; läßt sich wie Holz verarbeiten. Besteht sie aus elastisch-biegsamen Fasern, so heißt sie Baſtkohle;

die gewöhnliche Braunkohle, schwärzlich-braun, matt oder schimmernd, im Bruche flach-muschelig oder schieferig, ohne deutliches Holzgefüge;

die muſchelige Braunkohle (Pechkohle, Gagat), schwärzlichbraun bis pechschwarz, fettglänzend, dicht, mit muscheligem Bruch;

die blätterige Braunkohle (Blätterkohle, Papierkohle), dünnschieferig, aus dünnen (oft papierdünnen) Lagen oder Blättern bestehend;

die erdige Braunkohle (Moorkohle), mit lockerem, erdigem Gefüge, zerreiblich, gelblich- bis schwärzlich-braun.

Die Braunkohlen bilden zum Teil unregelmäßige, linsenförmige Einlagerungen, teils weit ausgedehnte Flötze, welche mit Schichten von Sand, plastischem Thon, mürben Sandsteinen und lockeren Thonmergeln wechsellagern und oft sehr bedeutende Mächtigkeit (bis über 50 m) erreichen. Nicht selten kommen auch mehrere Flötze über einander vor.

Das Material zu den Braunkohlen lieferten namentlich Nadelhölzer oder Coniferen (vorzüglich Cupreſſineen), dann Wasserpflanzen (wie Trapa, Salvinia) und Laubhölzer (Eichen, Erlen, Birken, Ulmen, Pappeln, Ahorne, Nußbäume, Lorbeerbäume, Feigenbäume, Magnolien u. s. w.) und eine Anzahl von Fächerpalmen. Während viele Braunkohlenlager (genau wie die Torflager) nur vereinzelte Baumstämme enthalten, bestehen andere in ihrer ganzen Mächtigkeit lediglich daraus. Sehr oft lassen sich an den Stämmen Rinde, Bast und Jahresringe deutlich unterscheiden und einzelne besitzen eine riesige Dicke. So untersuchte Th. Hartig in der Grube „Bleibtreu" im Siebengebirge einen aufrechtstehenden, in der Höhe von 6—7 Fuß abgebrochenen Stamm von Camporylon (einem zu den Cupreſſineen gehörigen Nadelbaum), der einen Durchmesser von 11 Fuß besaß und nach der Zahl seiner Jahresringe ein Lebensalter von 3100 Jahren gehabt haben muß. Bei Borna in Sachsen fand man Stämme von 14 Fuß Durchmesser und 80 Fuß Länge und bei Karcha bei Noſſen einen Stock von 16 Fuß Durchmesser. Nach J. Hirschwald ist auf der Grube „Dorothee" bei Clausthal am Harz die vor

höchstens vier Jahrhunderten verstürzte Zimmerung aus Fichtenholz im Laufe der Zeit in echte Braunkohle umgewandelt worden.

Braunkohlenlager finden sich in den meisten Ländern der Erde, besonders auch in Deutschland, so z. B. bei Muskau in Niederschlesien, bei Sorau, Guben und Frankfurt a. d. O. in der Provinz Brandenburg, bei Zittau und Bautzen, bei Borna, Wurzen und Grimma in Sachsen, bei Meuselwitz im Herzogtum Sachsen-Altenburg, in der Gegend von Zeitz, Weißenfels, Merseburg und Halle, bei Magdeburg und Wittenberg in der Provinz Sachsen, in der Gegend von Kassel am Meißner und Habichtswald, in der Wetterau, am Westerwald und im Siebengebirge, bei Bonn, Düsseldorf und Aachen. Bayern hat Braunkohlen bei Miesbach, Tölz, Kempten, Bischofsheim. Wichtige Braunkohlenlager in Österreich sind in Böhmen (Eger, Falkenau, Karlsbad, Saaz, Bilin, Außig), in Oberösterreich (Wolfsegg, Ried, Braunau), in Steiermark (Leoben, Eibiswald, Trifail und Köflach), in Tirol (Häring) u. s. w. Die Mächtigkeit der Flötze beträgt am Meißner über 30 m, bei Magdeburg 20 m, bei Zeitz etwa 14 m, bei Zittau über 50 m, bei Muskau gegen 30 m, gewöhnlich aber nur 2 — 6 m und ohne sich gleich zu bleiben, da Anschwellungen und Verdrückungen häufige Erscheinungen sind.

Die Gewinnung der Braunkohlen geschieht da, wo dieselben nicht tief unter Sand und Thon begraben liegen, oft durch Tagebaue, welche den Eindruck eines gewöhnlichen Steinbruchs machen. In großem Umfange wird dieser Abbau in der Gegend von Halle, Weißenfels, in manchen Gegenden Sachsens, z. B. bei Wurzen, in Böhmen u. s. w. betrieben. In Böhmen werden die Braunkohlen auch vielfach durch die Anlage flacher Schächte gewonnen. Die zum Abbau berechtigten Bauern treiben einen kreisrunden, brunnenartigen Schacht, der leicht mit Reisig, Brettern und Reifen verbaut wird, bis auf die Kohlen herab und nehmen von diesen so viel heraus, als vor Zusammenbruch des Schachtes erreicht werden kann. Bei dieser höchst ungeregelten Art der Gewinnung geht natürlich viel Kohle verloren; es bleiben überall Reste derselben in der Erde zurück, die dann, wenn sich die obere Erdschicht an den abgebauten Stellen gesenkt hat und den Zutritt von Luft und Feuchtigkeit gestattet, häufig durch Selbstentzündung in Brand geraten. Wo sich die Braunkohlenflötze in der Hand von größeren Grundbesitzern befinden, oder wo sie durch Kauf vereinigt sind, hat sich auf ihnen auch ein kunstgemäßer Bergbau entwickelt. Bei großer Mächtigkeit erfolgt ihr Abbau gewöhnlich nur stückweise von oben nach unten durch den sogenannten Bruchbau.

Die Braunkohlen gestatten im wesentlichen dieselbe Benutzung wie Steinkohlen. Auch sie liefern ein wichtiges Brennmaterial, geben weniger Hitze als die Steinkohlen und einen unangenehmen Geruch; eignen sich ihre Koks nicht oder wenig für Schmelzöfen, da sie zerfallen und von den Erzen zusammengedrückt werden. Hie und erden die Braunkohlen zur Bereitung von Eisenvitriol und Alaun t. Durch trockene Destillation derselben erhält man flüssige Pro- aus denen Paraffin und ein dem Petroleum ähnliches Öl gewonnen

Die erdige Braunkohle und die Braunkohlenasche werden als emittel verwendet, die ganz feinerdige auch unter dem Namen Köl- e Umbra als braune Farbe benutzt. Die holzartige Braunkohle wird Holz verarbeitet; aus der festen, kompakten Pechkohle (Gagat) fer- nan Knöpfe, Rosenkränze, Kreuze und verschiedene andere Schmuck- t.

An die Braunkohlen reiht sich der **Torf** an, eine aus der lang- n Zersetzung von Sumpf- und Wasserpflanzen hervorgegangene, mehr weniger dichte, erdige oder faserige Masse von brauner bis schwarzer e. Er bildet Lager von wechselnder, oft beträchtlicher Mächtigkeit entsteht noch gegenwärtig überall da, wo sich am Boden stehender ässer, in den Niederungen wie in Gebirgen, Sumpf- und Wasser- zen ansammeln und durch das Wasser vom Sauerstoff der Luft ab- ossen werden. Im nassen Zustande ist er sehr schwer und bildsam tisch), getrocknet aber hat er ein so geringes Gewicht, daß er auf Wasser schwimmt (G meist = 0,5). Der getrocknete Torf ver- nt oder verbrennt mit mehr oder weniger lebhafter Flamme, Rauch unangenehmem Geruch oder unter Zurücklassung einer mehr oder ger großen Menge von Asche. Er besteht aus etwa 55 Prozent enstoff, daneben aus Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff. Sind Torf die Pflanzenteile noch deutlich zu erkennen und ist seine Farbe -braun oder schwarz-braun, so nennt man ihn Rasentorf, ostorf oder Fasertorf; ist er aber, wie es gewöhnlich der am en liegende und zugleich beste zu sein pflegt, pechschwarz, und enthält ar keine oder nur wenig erkennbare Reste von Pflanzen, so nennt ihn Pechtorf, Baggertorf, Klipptorf. Die Bildung des fes beschreibt O. W. Thomé sehr anschaulich, indem er in seinem buch der Botanik (2. Aufl. Braunschweig 1872), Seite 330 sagt: enn Algen und andere Pflanzen ungestört in völlig stehendem Wasser sen, in welchem sich ihre abgestorbenen Teile ruhig zu Boden senken ien, so häufen sich diese zu einer immer höher anwachsenden Schicht

an; zu gleicher Zeit rücken vom Ufer her Rohrkolben, Schilfrohr, Schachtelhalme, Riedgräser, Binsen und Simsen immer weiter in das flache Wasser hinein, auf dessen Boden ihr dichtes Wurzelwerk immer mehr vorwärts greift. Von oben herab senken sich alljährlich die abgestorbenen Blätter und Stengel der Seerosen, Ranunkeln, Laichkräuter und Wasserlinsen auf den Grund hinab; immer dichter wird das Gewirr von Pflanzenresten und seitwärts zwischen dieselben eindringender Wurzeln und Wurzelstöcken, immer größerer Raum wird dem Wasser abgerungen, bis endlich ein innig verzweigter und verbundener Filz entsteht, der auf einer breiartigen Schlammmasse ruht. Auf dieser schwankenden Vegetationsdecke siedeln sich Torfmoose, Wollgras und Bitterklee, die Moosbeere und andere Pflanzen an. Die auf diese Weise überdeckten und gegen die Einwirkung der Luft geschützten Pflanzenteile verwesen aber nun nicht mehr vollständig; immer mehr verschwinden der Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff jener Teile, während sich ihr Kohlenstoff anhäuft. Diese Masse wächst auch nach oben, denn während die unteren Teile der bei ihrer Bildung besonders wichtigen Torfmoose längst abgestorben sind, leben die oberen kräftig fort, das Wasser aus der Tiefe schwammartig nach sich ziehend. Immer dichter wird so mit der Zeit die anfangs breiartige Masse, bis zuletzt unter der Pflanzendecke ein fester Torf entsteht. Durch die Torfmoose wird aber jener Boden immer feucht erhalten und so bildet sich auf ihm, begünstigt von seinem reichen Humusgehalte, eine üppige Vegetation. Ist er fester geworden, dann siedeln sich Sträucher und Bäume, Weiden, Erlen, Faulbaum und Kreuzdorn, zuletzt auch Nadelhölzer an; werden sie vom Winde losgerissen, oder sinken sie infolge ihres Gewichtes in ihre Unterlage ein, dann wächst der Torf über sie fort und nach Jahren sind sie ganz in ihm eingeschlossen. Dort, von der Luft abgeschlossen, verwesen sie nicht und nach Jahrhunderten zeigt sich ihre Holzstruktur noch vollkommen erhalten."

Gewisse Torfe bestehen fast ausschließlich aus verfilzten und zusammengepreßten Moosen, von denen das Torfmoos (Sphagnum) und manche Arten des Schlafmooses (Hypnum) die wesentlichsten sind. Bei ihrer Umwandlung in Torf verlieren diese Moose ihr verfilztes Aussehen, sie werden schwerer, bröckelig, erdig und schlammig, ihre Farbe geht anfänglich ins Braune, später ins Schwarze über. Finden solche Torfbildungen in Sümpfen statt, welche hinter Dünen liegen, und werden sie bei dem Landeinwärtsrücken der letzteren mit Sand bedeckt, so wandelt sich der Torf unter dem Drucke der auf ihm lastenden Sand-

t, welche zugleich den Prozeß der Zersetzung verlangsamen, in eine kohlenähnliche, schieferige Masse um.

Die Mächtigkeit der Torflager ist, wie schon erwähnt, sehr ver- n und wechselt zwischen 1 — 12 und mehr Meter. An sehr vielen findet man ganze Stämme von umgestürzten Fichten, Kiefern, n, Eiben, Eichen, Erlen, Birken, Weiden und des Berg-Ahorn begraben, teils mit, teils ohne Äste und Wurzeln, manche sogar mit Blättern. Einzelne Stämme tragen Spuren von Axthieben. A. v. Humboldt sind im Torfmoor der Somme bei Yseux ohn- Abbeville im nördlichen Frankreich Eichen von 14 Fuß Durchmesser unden worden. Neben den Baumstämmen kommen Skelette und treste von Walfischen, Rindern, Hirschen, Pferden, Schweinen, n u. s. w. vor, selbst an Überresten von Menschen fehlt es nicht. and man im Jahre 1817 inmitten eines ostfriesischen Torflagers enschliches Skelett, dessen Gewand noch vollkommen erhalten war, aus dem man auf ein Alter von wenigstens 2000 Jahren schloß. Juni 1747 entdeckte man in der englischen Landschaft Axholme schaft Lincoln) unter einer 6 Fuß dicken Torfschicht den Leichnam Frau; sowohl der Körper, als die Kleider waren wohl erhalten, aut jedoch braun; die altertümlichen Sandalen ließen auf die Zeit en, in welcher sie lebte, und hiernach mußte sie mehrere Jahr- rte lang in der Torfschicht gelegen haben. Das antiquarische Mu- zu Kopenhagen erhielt aus dem Torfmoor bei Haraldskiver in nd eine weibliche, an einen Pfahl befestigte Leiche, die, nach den n ihres Gewandes zu urteilen, noch zur Zeit des Heidentums ver- worden war. Aus den Schriften der königlichen Gesellschaft der nschaften zu London erfahren wir, daß die Eigenschaft des Torfes, n vor Verwesung zu schützen, schon vor Jahrhunderten bekannt man ließ im Jahre 1674 die Leichname zweier Menschen ungefähr Elle tief in nassem Torfe begraben und nach 28 Jahren 9 Mo- untersuchen. Die Farbe ihrer Haut glich ganz der natürlichen eines den Menschen und ihr Fleisch war noch eben so weich wie bei Neu- rbenen. Im Torfe von Dumfriesshire hat man ein phönizisches und ein römisches Maß gefunden, unfern Holyhead in Schottland oldmünzen aus Konstantin des Großen Zeit, in der niederländischen inz Drenthe unter einer 2 bis 4 Fuß mächtigen Torflage eine große brücke. Im Jahre 1863 fand man in einem Torfmoor der Insel n ein Boot, welches gotische Eisenwaffen und römische Münzen aus dritten Jahrhundert n. Chr. enthielt. Ebenso hat man bei Wester-

schnabek im Sundewitt (Schleswig) im Jahre 1864 aus dem dortigen Torfmoor ein kleines und ein großes Schiff hervorgeholt. Letzteres lag mit seinem höchsten Rand 5 Fuß tief unter der Oberfläche des Torfes, ist 36 Schritt lang, 5 Schritt breit, enthielt Waffen, Pferdegerippe und römische Münzen aus dem zweiten und dritten Jahrhundert n. Chr. Es muß also dieses Torfmoor im dritten oder vierten Jahrhundert noch schiffbare Meeresbucht gewesen, und diese muß in 1500 bis 1600 Jahren von Torf ausgefüllt worden sein. — An Stellen, wo man Torfmoore trocken legt, erzeugt sich kein neuer Torf, während das Gegenteil da stattfinden kann, wo die seine Erzeugung begünstigenden Umstände bleiben; so hat sich z. B. im Alt-Warmbrücher Moor unweit Hannover binnen 30 Jahren eine neue Lage von 4 bis 6 Fuß, und am Bodensee binnen 24 Jahren eine von 3 bis 4 Fuß Dicke gebildet. — Merkwürdig sind mehrere irländische Torfmoore durch ihre Beweglichkeit. Viele davon sind so weit, als sich eine ziemlich trockene Oberfläche zeigt, angebaut. Aber in nassen Jahren sammelt sich Wasser in der Tiefe, plötzlich heben sich ganze Strecken des Moores häuserhoch empor, die Oberfläche platzt, Ströme nassen Schlammes brechen heraus, die Oberfläche des Bodens wird überschwemmt und von unten unterwühlt, Häuser, Vieh und Menschen werden verschlungen. — Kleine sogenannte *schwebende Moore* sind auch in Deutschland nicht selten: die Oberfläche ist mit einer Pflanzendecke bewachsen, aber unter dieser geht ein flüssiger Schlamm oft tief hinunter. Dergleichen Stellen sind sehr gefährlich, weil man leicht durchbrechen und versinken kann.

Ausgedehnte Torflager sind in Dänemark, Holland, Hannover, Oldenburg, Pommern, in der Umgegend des Bodensees, am Lech und an der Isar, in der Rhön, im südlichen Böhmen, im ungarischen Tieflande, in Frankreich, Schottland und Irland.

In Holland, Oldenburg und Hannover giebt es so viel Torf, daß man jährlich, wie M. A. F. *Prestel* in Emden berechnet hat, im Mai und Juni etwa 30- bis 40000 Acker abbrennt. Man wählt zu diesem Zwecke die höher und trockener gelegenen Moore, umzieht im Herbst die Acker mit 2 Fuß breiten Gräben und hackt die Oberfläche mühsam in Schollen. Ist nun im Frühjahr der aufgelockerte Boden auf 2 oder 3 Zoll Tiefe ziemlich getrocknet, so geht der Moorbauer gegen 8 Uhr Morgens mit einer Pfanne voll glühenden Torfes hinaus, steckt sein Stück von der Windseite her in Brand und bleibt immer, um nicht zu ersticken, auf der Windseite. An jeder Stelle glüht der Boden etwa 2 Stunden lang und wird dabei etwa einen Zoll tief in Asche verwan-

Der Brand schreitet langsam vorwärts und ist so berechnet, daß ntritt der Nacht die Glut schon bis ans Ende des Ackers gelangt ort erloschen ist. Gleich am folgenden Morgen wird der Samen Buchweizen in die noch warme Asche gestreut und eingeeggt. — vom Juli bis September wird Moor, jedoch weniger, für den rroggen gebrannt. — Ein Feld kann 5 bis 6 Jahre hinter er gebrannt und besät werden, dann muß es 20 bis 30 Jahre bis sich wieder genug Torf erzeugt hat. — Der Qualm, wel- eim Moorbrennen emporsteigt, bildet ungeheure, düstere, brandig de Wolkenmassen, welche die Sonne verfinstern und sich in weite verbreiten, woselbst sie dann Höhenrauch (Herauch, Moor-) genannt werden. Nach genauen, von Prestel eingezogenen Er- ungen zieht der Höhenrauch, je nach der Windrichtung, zuweilen ngland, Dresden, Wien, Krakau. Den Thüringer Wald erreicht r oft.

Die gewöhnliche Art der Gewinnnng des Torfes ist das Stechen; er sich am Grunde von sumpfigen Teichen und Brüchen, so bildet ist einen dunkelbraunen Schlamm, welcher mit Netzen oder Schaufeln sgebracht (gebaggert) wird. Das Stechen des Torfes wird vom ahr an bis zur Heuernte (vom Ende April bis Ende Juli) be- n. Das Wasser wird zuvor durch Kanäle abgeleitet, dann die , unbenutzbare Schicht, aus Rasen und sandiger Erde bestehend ıbtorf), abgeräumt und nun der brauchbare Torf mit einem langen, len und sehr scharfen Spaten in ziegelähnlichen Stücken herausgestochen chtorf). Damit diese Stücke von der Luft durchtrocknet werden, man sie hohlgeschränkt in Wänden auf, oder, was noch besser ist, bringt sie in leichte Gebäude (Torfschuppen), deren Lattenwände der überall den Durchtritt gestatten. Der schlammige Torf wird an trockenen Ort gebracht und in Haufen aufgeschichtet und, nachdem urch teilweises Austrocknen seine schlammige Beschaffenheit verloren in regelmäßige Stücke gestochen, oder mit Sägespänen, gehacktem h oder Abgängen von Flachs und Hanf vermischt und (wie der Lehm)acksteinen) in Formen gestrichen (Streichtorf).

Der Torf wird eben so vielseitig wie die Braunkohle verwendet, nigen Sorten übertrifft er sogar dieselbe an Brennwert, namentlich, er durch Schlämmen und Pressen verdichtet wird. In manchen nden ist er das einzige und unentbehrliche Feuerungsmaterial. Ver- liefert er auch für metallurgische Zwecke ein brauchbares Material. richtiger Behandlung liefert er selbst Leuchtgas und aus dem Torf-

teer, den man bei der Gasbereitung als Nebenprodukt erhält, gewinnt man Paraffin und ein gutes Schmieröl. Torfasche ist ein vorzügliches Düngemittel für Wiesen und Futterfelder; auch dient sie (wie auch der gepulverte Torf) als Desinfektionsmittel für Abtritte. Torfkohle absorbiert Gase und wirkt wie die Knochenkohle als Entfärbungsmittel.

2. Ordnung. Harze, Retinalithe.

Die Harze sind teils fest und leicht schmelzbar, teils flüssig, und bestehen aus Kohlenstoff und Wasserstoff oder aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Die flüssigen Harze entwickeln unmittelbar, die festen beim Reiben und Erwärmen einen eigentümlichen (bituminösen) Geruch. Sie sind teils in Äther, teils in Alkohol oder in Terpentinöl löslich. — Hierher gehört der Bernstein, das Erdöl (Petroleum), der Asphalt und das Bergwachs (Ozokerit).

Der **Bernstein** (Succinit) ist ein von vorweltlichen Nadelhölzern abstammendes fossiles Harz. Er kommt daher nie kristallisiert, sondern in rundlichen und stumpfeckigen Stücken und Körnern, zuweilen auch in getropften und geflossenen Massen vor. Er ist meist gelb (honiggelb bis gelblich-weiß) oder braun-rot gefärbt, zuweilen auch geflammt oder gestreift, fettglänzend bis glasglänzend, durchsichtig bis durchscheinend und etwas spröde. Sein Bruch ist muschelig, sein Strich gelblich-weiß, seine Härte der der Steinkohle gleich ($H = 2 — 2{,}5$); sein Gewicht übertrifft kaum das des Wassers ($G = 1 — 1{,}1$). Wenn er gerieben wird, so giebt er einen angenehmen Geruch und erlangt (wie Harz, Siegellack, Glas, Schwefel) die Fähigkeit, leichte Körperchen (wie z. B. Papierschnitzel) anzuziehen und nach erfolgter Berührung wieder abzustoßen, oder er wird elektrisch. Er besteht aus 79 Prozent Kohlenstoff, 10,5 Prozent Wasserstoff und 10,5 Prozent Sauerstoff. Angezündet, verbrennt er mit heller Flamme und angenehmem, aromatischem Geruch. Im Glaskölbchen erhitzt, schmilzt er bei 287°; beim Schmelzen entweichen Wasser, brenzliches Öl und Bernsteinsäure, welche sich in zarten, weißen Kristallen am Rande des Kölbchens absetzt. Er ist weder in Säuren, noch in Alkohol, wohl aber in Äther löslich. Vom Kopal, einem dem Bernstein sehr ähnlichem Harze, unterscheidet sich der Bernstein hauptsächlich durch sein Verhalten gegen Alkohol, in welchem der Kopal vollständig gelöst wird, zumal nach vorhergegangener Schmelzung. Auch bekommt jedes schön polierte Kopalstück mit der Zeit an seiner Oberfläche feine Risse und erscheint mit feinem Staub bedeckt, den man mit der Lupe

n oder beim Reiben mit einem Tuche, an welchem sich der Staub wahrnehmen kann. Endlich schmilzt auch Kopal schon bei 200 bis und verbrennt mit etwas anderem Geruche als der Bernstein.

Daß der Bernstein ein von vorweltlichen Nadelhölzern abstammendes Harz ist, dafür spricht seine chemische Zusammensetzung, sein Vor- n innerhalb fossilen Holzes, welches seiner Struktur nach zu den ölzern gehört, und dann auch der Umstand, daß er vielfach In- und andere kleine Gliedertiere, die im Walde lebten, sowie ver- ie Pflanzenteile, vorzüglich von Nadelhölzern, einschließt. Die den ein liefernden Nadelbäume gehören den Gruppen der Abietineen upressineen an; der vorzüglichste wurde von dem unlängst ver- en Professor Göppert in Breslau Pinites succinifer genannt. ertraf an Harzreichtum alle Nadelbäume der Jetztwelt, vielleicht en indischen Dammarabaum (Dammara orientalis, Lamb.) aus- men, dessen Äste und Zweige von weißem Dammaraharz wie von fen starren. Man findet nicht nur wie Tropfen gestaltete und trisch-schalig zusammengesetzte Bernsteinstücke in und auf der Rinde, n auch große Massen zwischen dem Holz selbst abgelagert. Unter n Bernstein eingeschlossenen Pflanzenteilen finden wir hauptsächlich Teile, die entweder zu bestimmten Jahreszeiten regelmäßig abfielen, om Winde leicht losgerissen und im Walde umhergetrieben werden n; einzelne Nadeln der Koniferen, Blütenkätzchen, die nach dem Ver- oder nach der Fruchtreife mit ihrer Spindel abfielen, kleine Zweig- n, einzelne Blüten oder Staubblätter, Knospenschuppen u. dgl.; sind zuweilen auch Blätter und Blüten erhalten. Der häufigste des Bernsteinwaldes scheint eine Thuja gewesen zu sein, die mit m heutigen Lebensbaum (Thuja occidentalis, L.) völlig überein- . Zehn Zweiglein dieser Thuja kommen nach A. Menge unter unden auf ein Blatt oder eine Blüte eines Laubholzes und fünf n anderes Nadelholz. Die im Bernstein eingeschlossenen Tiere be- bereits ganz die Formen unserer jetzigen Tierwelt, waren aber der nd häufig auch der Gattung nach von den jetzt lebenden verschieden. len vereinigen diese Tiere, wie das auch sonst bei vorweltlichen der Fall ist, in sich die Charaktere mehrerer Familien und Ord- n jetzt lebender Tiere, stellen also eine Form dar, aus der sich spätern Entwickelung der Tierwelt zwei verschiedene Formenreihen t haben; dies gilt z. B. von einem kleinen Insekt, welches nach Bau seiner Fühler, Füße und Mundteile den Neuropteren angehört, nd es durch die schuppige Bekleidung der Vorderflügel schon an die

Schmetterlinge erinnert. Wir finden im Bernstein verschiedene Larven, Raupen, Bienen, Ameisen, Fliegen, Mücken, Käfer, Kleinschmetterlinge, Ohrwürmer, unter Moos und Baumrinde lebende Asseln, Spinnen, Tausendfüße, kleine krebsartige Tierchen und sogar Landschnecken. Das Harz war beim Ausfließen ohne Zweifel leicht und dünnflüssig und so wenig zähe, daß kleinere, schwächere Insekten zurückgehalten wurden und sich zuweilen mit Verlust eines Beines oder Flügels mitten in die Masse hineinarbeiteten, größere und stärkere Insekten aller Art aber entflohen. Letztere finden sich daher höchst selten und meist halb zerstört oder auf einer Seite mit Schimmel überzogen, ein Beweis, daß sie schon tot von Harz umflossen wurden. In der großen Bernsteinsammlung von A. Menge befinden sich Stücke, in welchen neben Spinnen auch Spinnengewebe und von Spinnen umsponnene Insekten deutlich sichtbar sind; dagegen sind Vogelfedern und Haare äußerst selten.

Das Vorkommen des Bernsteins ist in der Hauptsache auf die nördlichen Gegenden der Erde, Nordamerika, Sibirien und die Küstenländer der Ostsee und Nordsee beschränkt. Sicilien liefert zwar auch sehr schöngefärbten Bernstein, aber in sehr geringer Menge. Der ostindische, afrikanische und brasilianische Bernstein, überhaupt der Bernstein aus wärmeren, südlicheren Ländern, ist kein echter Bernstein, sondern Kopal. In den nördlichen Gegenden der Erde findet man den Bernstein häufig in den Lehm- und Sandschichten des Tieflandes eingebettet, doch ist dieses Vorkommen immerhin ein vereinzeltes und zerstreutes, wenn sich auch stellenweise größere Anhäufungen und Nester gefunden haben. Bei weitem die größte Menge des in den Handel kommenden Bernsteins wird von dem nördlichen Eismeer, der Nordsee und der Ostsee ausgeworfen; und zwar stehen hier wieder die Westküste von Dänemark und Schleswig-Holstein und die Nordküste von Preußen von Stralsund bis Memel allen anderen Küsten voran. An der Westküste von Dänemark und Schleswig-Holstein sollen nach Forchhammer ungefähr 3000 Pfund sehr schönen Bernsteins jährlich gewonnen werden; die preußische Küste von Danzig bis Memel liefert aber in einem Jahre allein durchschnittlich 50 000 bis 60 000 Pfund. Hauptsächlich sind es die in dieser Gegend sehr heftigen Nordweststürme, welche die See bis zu ihrem Grunde aufwühlen und den Schatz aus dem Meeresboden befreien. Das geringe Gewicht des Bernsteins, welches das des Seewassers nur wenig übertrifft, macht ihn zum Spielball der Wellen; die gleichzeitig vom Grunde losgelösten Tangmassen wickeln ihn ein und nun treibt er mit den Wellen an den Strand oder wenigstens dem Lande zu. Man begnügt sich aber nun nicht damit,

ısgeworfenen Bernstein am Strande aufzulesen, sondern man geht damit er nicht mit den zurückkehrenden Wellen wieder in See treibt, chten Stellen bis in die zweite, dritte Welle, zuweilen auch bis nahe estiefe und bis zu 100 Schritt weit entgegen, um ihn mit großen , die an langen Stangen befestigt sind, zu fangen oder, wie man u schöpfen. Das Schöpfen erfolgt bei Tag und Nacht, im Winter n Sommer, weil es darauf ankommt, den günstigen Augenblick zu n. Die heftigsten und ergiebigsten Stürme treten aber in den rmonaten November und Dezember ein; die Arbeit erfordert daher bgehärtete Leute. Wo große Steine in der Nähe des Strandes , wird die Kraft der Wellen durch diese gebrochen und es fällt der Bernstein vor der Landung zwischen den Steinen nieder. Hier n die Stelle des Schöpfens das Bernsteinstechen, eine Art der Ge- ng, die nur bei klarer See betrieben werden kann. Die Arbeiter zu 4 und 5 in einem Boote in die See und suchen zwischen den Steinen auf dem Meeresgrunde den Bernstein zu erspähen, wofür ige sehr geschärft ist. Der eine Arbeiter sucht dann den Bernstein ner Art Speer zu lösen und zu befreien, während der andere den mit dem vorgehaltenen Käscher aufzufangen versucht. Zu den seit underten, ja vielleicht Jahrtausenden betriebenen Gewinnungsarten schöpfens und Stechens ist in den letzten Jahren die Baggerei im hen Haff getreten. Seit ungefähr 200 Jahren wird aber der ein auch auf dem festen Lande, besonders in den Strandbergen des ndes, durch Graben gewonnen. Eines der größten bekannten Bern- icke wurde im Jahre 1803 in ziemlicher Entfernung von der Küste em Wassergraben auf dem Gute Schlappachen zwischen Gumbinnen insterburg gefunden. Es wiegt fast 14 Pfund, ist sehr rein, wird 0 000 Thaler geschätzt und im Berliner Museum als eine besondere seltenheit aufbewahrt. Auch in Gegenden, welche von der Küste ntfernter liegen, so in Pommern, Schlesien, Sachsen, Brandenburg, in hat man bei Erdarbeiten, z. B. beim Brunnenbohren, schon einknollen gefunden. Indessen läßt sich nicht leugnen, daß auch es andere fossile Harz, wie z. B. Retinit, vielfach für Bernstein n wird.

Die ganze Bernsteingewinnung des preußischen Staates, gegen welche roduktion anderer Länder sehr zurücktritt, schätzt W. Runge auf hr 200 000 Pfund im Jahre; 23 000 Pfund würden auf die rei im Kurischen Haff, 45 000 Pfund auf die Gräbereien in Strandbergen des Samlandes, 6000 bis 10 000 Pfund auf die

Gräbereien im Binnenlande, das übrige auf die Gewinnung durch Schöpfen und Stechen und auf den durch die See ausgeworfenen Bernstein zu rechnen sein.

Während früher die preußische Regierung vielfach die Bernsteingewinnung für eigene Rechnung betrieb, ist das jetzt nicht mehr der Fall; doch ist der Bernstein in ganz Ostpreußen und am westpreußischen Strande mit Ausnahme des Stadtgebietes von Danzig vorbehaltenes Eigentum des Staates. Für die Strandstrecke von Danzig bis Memel bezieht derselbe von den Strandgemeinden und Einzelbesitzern eine Pachtsumme von 30 000 ℳ; er verpachtet die Bernsteingräberei in den Strandbergen auf eigenen und Privat-Grundstücken, sowie die Baggerei im Kurischen Haff. Jeder Grundbesitzer in Ostpreußen muß den auf seinem eigenen Grundstücke gefundenen Bernstein gegen das gesetzliche Finderlohn ($^1/_{10}$ des Wertes der gefundenen Stücke) abliefern, wenn er sich nicht ebenfalls durch die Zahlung eines Pachtes von dieser Verpflichtung befreit.

Obgleich der Bernstein gegenwärtig nicht mehr in so hohem Werte wie früher steht, so werden doch große und reinere Stücke immer noch teuer bezahlt. Bei Stücken von mehr als 5 Lot bis zu 1 Pfund Gewicht kann man bei sonst guter Farbe und nicht zu ungünstiger, löcheriger Form den Durchschnittswert von einem Lot zu 3 ℳ annehmen, ein Wert, der dem des Silbers gleichkommt. Aus solchen Stücken werden Becher, Kruzifixe, Nippsachen u. dgl. hergestellt. Die Stücke von flacherer Form werden hauptsächlich zur Anfertigung von Broschen verwendet; aus den Stücken von länglicher Form werden Zigarren- und Pfeifenspitzen hergestellt. Die kleinen Stücke von reiner Farbe werden sämtlich zu Perlen (sogenannten Korallen) verarbeitet, deren Absatzgebiet ein sehr ausgedehntes ist. Ein sehr großer Teil des zu Schmucksachen verarbeiteten Bernsteins geht nach Afrika, Amerika, China, Tibet, Japan und zu den unkultivierten Völkern der Südsee. Selten soll ein Schiffskapitän nach solchen Gegenden von London oder aus französischen Häfen auslaufen, ohne sich hinreichend mit Bernstein versehen zu haben, welcher sich im Tauschhandel gegen die Naturerzeugnisse jener Länder außerordentlich hoch verwerten läßt. Die geringeren Sorten des Bernsteins (deren man wohl über 150 nach Form, Farbe und Größe der Stücke unterscheidet), sowie die Abfälle bei der Bearbeitung der bessern werden zu Bernsteinlack, Räucherpulver und zur Gewinnung des Bernsteinöls und der Bernsteinsäure verwendet. Geschmolzener Bernstein mit anderthalb Teilen Schwefelkohlenstoff gemischt, giebt einen ausgezeichneten Schnellkitt. — Die Bearbeitung des Bernsteins ist übrigens außerordentlich leicht; eine Laubsäge, ein paar

:n, einige Stecheisen, wie solche zum Holz- und Elfenbeinschnitzen ge-
cht werden, genügen, und wenn erst die Flächen glatt und die Feilen-
e durch Schaben mit einem scharfen Messer beseitigt sind, dann ist
Politur durch Bimsstein und Kreide mit Wasser und durch Reiben
dem Daumen sehr schnell und schön hervorzubringen.

Die alten Griechen schätzten den Bernstein als Schmuckware sehr
und bezogen ihn schon zu Homers Zeiten durch die Phönizier. Auch
Römer strebten eifrig nach seinem Besitz, und Plinius handelt weit-
g von ihm. „Bernstein", sagt er, „kommt von den Küsten des
lichen Ozeans, woselbst ihn die Germanen Gläs nennen. Er fließt
Harz aus einem der Pinie ähnlichen Baum und schließt oft kleine
chen ein. Auch das Meerwasser rollt Bernstein gegen die Küste.
Germanen führen ihn vorzugsweise nach Pannonien, von wo er
)ie Venetianer und weiter in Handel kommt. Die venetianischen
:rfrauen tragen Bernstein-Halsbänder als Schmuck und Gesundheits-
:l. Kaiser Nero hat einmal einen römischen Ritter ausgeschickt, um
der nordischen Küste Bernstein einzuhandeln. Er hat eine so un-
rre Menge mitgebracht, daß Nero die Knoten der Netze, welche den
:pfplatz der Tierhetzen umgeben, ferner die Waffen und Rüstungen
Fechter und auch die Bahre der gefallenen Fechter mit Bernstein
ücken ließ. Das größte Stück wog 13 Pfund." — Tacitus fügt
t: „daß der Bernstein, welchen die Römer bezogen, roh zu ihnen
und erst bei ihnen zu Schmuck verarbeitet wurde". — In den aus
Zeit stammenden norddeutschen Gräbern wird oft Bernstein, der zu
nuck und Räucherwerk gedient hat, gefunden.

Während die Harznatur des Bernsteins schon von den Alten er-
t worden war und zu Theodorichs Zeit, also im 6. Jahrhundert
Christi Geburt, bei allen Einsichtigen über allen Zweifel erhaben
, lächelt der gelehrte Georg Agricola, der 1546 sein berühmtes
) über den Bergbau und die Mineralien schrieb, über diese Auf-
ng. „Wie kann der Bernstein von Bäumen herrühren", sagt er,
nn er vom Meer ausgeworfen wird; im Meere wachsen doch keine
me!" Die Widerlegung jener Ansichten der Alten macht er sich
zens nicht schwer; er bemerkt nur, daß sie unrichtig seien. Er selbst
dagegen Folgendes als Wahrheit erkannt: „Der Bernstein ist fett
brennt. Er besteht daher entweder aus Schwefel oder aus Bi-
:n. Letzteres anzunehmen, werden wir durch folgende Erfahrungen
mmt. Die Quellen werfen Bitumen von mancherlei Farbe aus,
:es, gelbes, rötliches, schwarzes, dunkel-purpurrotes, dunkel-himmel-

blaues. Der Bernstein wird beim Kochen bald in ein Öl von eigener Farbe verwandelt, bald in schwarzes Bitumen, welches durch Reiben purpurrot und dem Bitumen von Judäa so ähnlich wird daß man es kaum davon zu unterscheiden vermag; bald in schwarze Asche, bald in eine feine weiße Materie, die mit dem Salze einige Ähnlichkeit hat." Dieser Autorität folgten mit Ausnahme weniger Widersprechenden, die an dem pflanzlichen Ursprung des Bernsteins festhielten, fast alle Schriftsteller. Selbst zu Linnés Zeit muß die Frage noch streitig gewesen sein, denn er bemüht sich, für den vegetabilischen Ursprung des Bernsteins Beweise beizubringen. Erst zu Ende des vorigen Jahrhunderts schwand jeder Zweifel an der Harznatur des Bernsteins; und nun schritt, wie W. Runge („Der Bernstein in Ostpreußen", Berlin 1868) sehr richtig bemerkt, die Erkenntnis seiner natürlichen und geologischen Verhältnisse schnell fort.

Das **Erdöl** (Petroleum, Steinöl, Naphtha) ist ein flüssiges, ölähnliches Mineral. Es ist farblos oder gelblich bis braun, dünn- oder dickflüssig, durchsichtig bis durchscheinend und besitzt einen eigentümlichen, durchdringend bituminösen Geruch. Bei auffallendem Lichte schillert es gewöhnlich grünlich oder bläulich. Es fühlt sich fettig an, ist leicht oder schwer flüchtig, sehr leicht entzündlich und verbrennt mit heller, aber stark rußender Flamme. Es ist leichter als Wasser ($G = 0{,}7 - 0{,}9$) und schwimmt daher auf demselben. Es besteht aus Kohlenstoff und Wasserstoff und stellt, wie die Untersuchungen des amerikanischen Erdöls gelehrt haben, ein Gemenge oder Gemisch von mehreren Kohlenwasserstoffverbindungen dar, die verschiedenes Gewicht, verschiedenen Siedepunkt und verschiedene Entzündbarkeit besitzen. Durch Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft wird das Erdöl zähe und geht zuerst in den sogenannten Bergteer und schließlich in das feste Erdpech oder Asphalt über. Von dem dunkelgefärbten, mehr oder weniger dickflüssigen oder schwerflüchtigen eigentlichen Erdöl werden zuweilen die farblosen oder schwachgelblichen, dünnflüssigen und leichtflüchtigen Abänderungen als Naphtha unterschieden.

Das Vorhandensein von Erdöl in der Erdrinde verrät sich auf verschiedene Weise. An manchen Orten treten an der Oberfläche von Wasserspiegeln Tropfen oder kleine Ansammlungen von Erdöl auf, welche sich durch ihre irisierende Färbung und den durchdringenden Geruch kenntlich machen. An anderen Orten quillt das Erdöl direkt aus der Erde hervor, oder man beobachtet fortdauernde Ausströmungen von Kohlenwasserstoffgasen, welche angezündet brennen und die „ewigen Feuer" veranlassen. Untersucht man die Stellen, an welchen sich diese Erscheinungen

en, näher, so findet man in größerer oder geringerer Tiefe von Erdöl
hränkte Schichten, die von porösen oder zelligen Gesteinen, wie Sand-
en, Sanden, Konglomeraten und gewissen Schiefern, gebildet werden.
wo Klüfte und Spalten die Gesteine durchsetzen, bringt das Öl als
leicht beweglicher, leichter und unter hohem Drucke stehender Körper
l auch aus dem ölhaltigen Gestein in die Klüfte, sammelt sich dort
nd erfüllt dieselben.

In Deutschland kommt Erdöl nur in geringen Mengen vor. Es
t sich an mehreren Orten im Elsaß (z. B. bei Bechelbronn bei
ßenburg), bei Metterheim in der Pfalz, bei Tegernsee in Oberbayern,
raunschweig (z. B. auf dem Reitling zwischen Destädt und Sickte)
an einigen Orten in Hannover. Es ist bekannt, daß im Jahre
1 das Vorkommen von Erdöl bei Klein-Eddesse bei Peine in Han-
r zur Gründung von „Ölheim" führte und viele Unternehmungen
Leben rief, von denen jedoch die meisten wieder aufgegeben worden

In Tirol kommt Erdöl bei Häring und bei Seefeld vor. In
ien liefert die Umgebung des Dorfes Amiano bei Parma ein sehr
s Erdöl. In Rumänien, wo das Erdöl sowohl in der Moldau
entlich im Bezirke Bakau), als auch in der Walachei (am südlichen
nge der Transylvanischen Alpen) auftritt, werden jährlich gegen
000 Zentner Erdöl gewonnen. Das an Erdöl reichste Land in
pa ist aber Galizien, welches noch bis vor kurzem jährlich über
000 Zentner Erdöl und 180 000 Zentner Erdwachs produzierte.
e bedeutendsten Petroleum-Lagerstätten befinden sich am Nord- und
ostabhang der Karpathen, das wichtigste Produktionsgebiet ist die
egend von Borysław. Die Gewinnung des Erdöls erfolgt hier haupt-
ch in Brunnen, seichten, schachtartigen Vertiefungen, deren Wände
durch einen Reisigüberzug, seltener durch festes Gebälk vor dem Zu-
enbruch schützt. Das Erdöl quillt aus den Wänden des Brunnens
sammelt sich in der Tiefe desselben an. Mittels eines einfachen
els wird an einem Seil ein Eimer herabgelassen, der sich unten mit
er, Schlamm und Erdöl füllt. Der gefüllte Eimer wird empor-
gen und in bereit gehaltene Gefäße entleert, aus welchen später das
abgeschöpft wird. Hat der Ölzufluß in einem Brunnen gänzlich
hört, oder ist er so gering geworden, daß er die Arbeit nicht
lohnt, so hilft man sich meist dadurch, daß man den Brunnen
gräbt, da auf diese Weise nicht selten neue Petroleumadern ge-
n und wieder größere Mengen Erdöl zutage gefördert werden kön-

Zuweilen ist aber auch eine Vertiefung des Brunnens fruchtlos

und er muß völlig aufgegeben werden. Oft werden die Brunnen auch durch die Ölgase, die sich in verschiedener Tiefe geltend machen, unbrauchbar. Hier und da entströmen sie mit zischendem Geräusch dem Erdboden und die mangelhaften Ventilationsvorrichtungen, die oft nur aus alten Blasebälgen oder hölzernen Flügelrädern bestehen, sind größeren Gasmengen gegenüber völlig ungenügend. Es ist daher kein Wunder, wenn unter solchen Umständen die Arbeiter es oft nur eine Stunde, ja zuweilen nur eine Viertelstunde unten aushalten und dann nicht selten bewußtlos zutage gefördert werden. Anderseits sind die Gefahren, welche die Explosion der Gase im Gefolge hat, keine geringen; schon der Funken, welchen die stählerne Haue des Arbeiters dem Steine entlockt, kann unter Umständen zur Entzündung der Gase hinreichen. Zur Explosionsgefahr gesellt sich häufig noch ein nicht zu bewältigender Wasserzufluß. Aus diesen Gründen werden die Brunnen gewöhnlich nur 20 bis 30 m tief gegraben. — Da die Anlage eines Brunnens keine bedeutenden Kosten verursacht, so ist die Zahl derselben, besonders um Borysław eine sehr große. Freilich sind bei der Anlage derselben oft wenig rühmliche Beweggründe maßgebend gewesen. Gewährte ein Brunnen reichlichere Ausbeute, so entstanden rings um ihn herum und meist in nächster Nähe zahlreiche neue Brunnen. Man hoffte dadurch einen Teil des Petroleums jenem glücklichen Brunnenbesitzer zu entziehen und für sich zu gewinnen. Die Folge davon war aber gewöhnlich die, daß die größere Zahl von Brunnen zusammengenommen kaum mehr produzierte, als früher der eine. — In neuerer Zeit hat man auch in Galizien angefangen, Bohrlöcher in die Erde zu treiben und das Öl durch Pumpen emporzuheben.

Zu den ältesten bekannten Vorkommen von Erdöl gehören die beiden erdölhaltigen Quellen auf der ionischen Insel Zante, die schon seit Jahrtausenden fließen und bereits von Herodot, der sie im Jahre 400 v. Chr. besuchte, erwähnt werden. Ebenfalls zu den ältesten Vorkommen gehörig, aber bei weitem großartiger sind die von brennbaren Gasarten begleiteten Quellen von Baku auf der Halbinsel Apscheron am Kaspisee, deren „ewige Feuer" schon seit undenklichen Zeiten brennen und in deren Nähe sich einige feueranbetende Inder (Parsen, Bekenner der Religion Zoroasters) niedergelassen und eine Kultusstätte errichtet haben.

Eine anschauliche Schilderung der „ewigen Feuer" und der Naphthaquellen (Erdölquellen) von Baku entwirft G. vom Rath in seinen „Naturwissenschaftlichen Studien" (Bonn 1879), der wir Folgendes entnehmen: „Die ewigen Feuer, welche bei dem Dorfe Ssurachany, 2 Meilen

östlich von Baku, emporlodern, sind seit 1864 der Petroleumindustrie den Fabriken der Herren Mirzojeff und Kokorew dienstbar. Ver- en wir einen Augenblick an dieser Stätte auf Asiens und Europas nze. Ein fahles Gelb ist der herrschende Farbenton der flachgewölbten, von allem Pflanzenwuchs entblößten Halbinsel Apscheron. In ein- en Thalmulden deckt ein weißer Salzanflug den Boden und ruft die inerung an eine nordische Winterlandschaft wach. In den Sommer- Herbstmonaten fällt kaum ein Tropfen Regen; furchtbare Sand- me verfinstern plötzlich die Luft und vertilgen in wenigen Stunden Wegespur. Herr Kokorew hat etwa 10 bis 12 Hektare mit einer uer umschlossen. Sie umfriedigt sehr verschiedene Bauten und An- n: die Destillationsgebäude, in denen aus der natürlichen Naphtha gereinigte Petroleum bereitet wird, das Laboratorium, die Wohn- ude der Beamten, einen Garten — und die berühmte parsische Kul- tätte mit dem Kloster Ateschga. Einige wenige Parsen, Diener und änger der dreitausendjährigen Licht- und Feuerreligion, warten des zen Feuers. In engen, schwarzen Unterkleidern, mit weißem Mantel weißem Turban erscheinen sie ganz fremdartig unter Mohammedanern Christen. Sie beten und opfern nach alter Sitte, wie zu den Zeiten odots: ‚Bildsäulen und Tempel zu errichten, ist bei ihnen nicht uch, ja sie legen es denen als Thorheit aus, die es thun; — weil nicht gleich den Hellenen glauben, daß ihre Götter von Menschenart . — Für sich allein darf aber der Opfernde kein Heil erflehen, son- r er betet für alle Perser und für den König.‘ — Die armen Feuer- ter von Ssurachany leben von Almosen, sowie von einigen außerhalb heiligen Stätte aufsteigenden Gasquellen oder Feuerbrunnen, welche zum Zwecke des Kalkbrennens an Tataren verpachten. Die den ren Mirzojeff und Kokorew gehörigen Kohlenwasserstoffquellen werden ächst in große, eiserne Sammelkästen (eine Art von Gasometern) ge- t, aus welchen das Gas unter die für die Destillation der natür- n Naphtha bestimmten großen Kessel (jeder 5000 kg fassend) geführt d. — Die Naphtha, ein Gemenge flüssiger, unreiner Kohlenwasser- fe, findet sich an zahlreichen Punkten der Halbinsel, namentlich in der gebung des Dorfes Balachany (fast nördlich von Baku, 9½ km nord- lich von Ssurachany), teils in Brunnen und Bohrlöchern sich sam- nd, teils als Quellen hervorsprudelnd. Die rohe Naphtha wird in n Fabriken der Destillation unterworfen, sie ergiebt etwa $^1/_3$ ihres ichtes an Petroleum. Die Rückstände werden als Heizmaterial auf Dampfern benutzt, welche Baku mit Astrachan, mit Asterabad in

Persien und mit dem neuen Hafen Krasnodsk an der Turkmenenküste verbinden. Die Mirzojeffschen Fabriken (2000 Arbeiter) erzeugen jährlich 100 000 Zentner Petroleum im Werte von nahe 5 Millionen ℳ. Künstlich erbohrte Springquellen bei Balachany, denen jährlich mehr als 650 000 Zentner roher Naphtha entströmt, liefern das Rohmaterial. Ein 1873 erbohrter Naphtha-Springquell sprang 10 m hoch und lieferte Monate lang mehr als 25 000 Pud (409 500 kg) Naphtha täglich. Nehmen wir das mittlere Gewicht der natürlichen Naphtha von Balachany zu 0,892 an (es schwankt zwischen 0,865 und 0,920), so berechnet sich jene Masse zu 459 cbm täglich, 19,1 cbm stündlich. Auf solchen Reichtum nicht vorbereitet, warf man Erdwälle auf, um in einem Teich das Öl zu sammeln. Doch alle Deiche wurden überflutet, der dünnflüssige, dunkel-olivengrüne Ölstrom ergoß sich in den nahen Salzsee von Balachany, und der Wert eines Zentners Naphtha sank zu Baku von $52\frac{1}{2}$ auf 25 Pfennige, ja, wie erzählt wird, auf 10 Pfennige. Die Petroleumfabriken von Sfurachany sind demnach in ähnlich günstiger Lage, wie die Borsäurefabriken in der toscanischen Maremme, welche zum Eindampfen der Borsäurelösung die der Erde entlockten heißen Wasserdämpfe benutzen. An beiden Orten spendet der Schoß der Erde freigebig nicht nur das kostbare Rohprodukt, sondern auch die Wärme zur Erzeugung des Fabrikats." Neben den großartigen Gasausströmungen und den Naphthaquellen treten im Ölgebiete von Baku, namentlich bei Balachany, auch Schlammvulkane oder Salsen auf, kleine kegelförmige Hügel mit kraterähnlicher Öffnung, welche von Zeit zu Zeit Schlamm und Gesteinsstücke, vermengt mit salzigem Wasser und Erdöl, unter Ausströmungen von Kohlenwasserstoffgasen auswerfen. Das dunkelbraune, dickflüssige Erdöl schwimmt in der Regel in runden Ansammlungen auf der Oberfläche der Kraterflüssigkeit und wird beim Überfließen derselben an den Abhängen der Salse abgelagert. Auf diese Weise bilden sich in der Umgebung der Salsen bei Eintrocknung des Erdöls manchmal recht mächtige Ablagerungen einer schwarzen, pechartigen Masse, welche Kir genannt und als Brennmaterial, sowie auch in Baku als Dachbedeckung benutzt wird.

Auf der der Halbinsel Apscheron gegenüberliegenden Insel Tscheleken, die ebenfalls reich an Erdöl ist, befindet sich der „schwarze Brunnen", welcher seit mehr als 100 Jahren täglich 10 000 kg Erdöl geben soll, während die meisten anderen Ölquellen schon in wenigen Jahrzehnten oder gar nach wenigen Jahren versiegen. Auch die nördlichen und südlichen Gehänge des Kaukasus sind reich an Erdölquellen, ebenso das persische

)land, und wo am Euphrat und Tigris Asphalt vorkommt, da fehlt in der Regel das Erdöl nicht. In großer Menge — man giebt jährliche Ausbeute auf 100 Millionen Liter an — werden zähe Erd- (die ostindischen oder Rangoon-Steinöle) in Birma in Hinterindien nnen, wo sie nördlich von Prome, in der Nähe des Irawaddi, vor- nen. Aber alle diese Vorkommnisse werden an Ergiebigkeit durch die nölquellen in den Vereinigten Staaten von Nordamerika und in Ca- , die seit dem Jahre 1859 erbohrt wurden und gegenwärtig eine haft kolossale Ausbeute gewähren, weit übertroffen. Das Gebiet, welchem in den Vereinigten Staaten Steinöl vorkommt, ist etwa 0 km lang und 30 km breit, erstreckt sich parallel dem Alleghany- ge, vom Ontariosee bis Tenessee, und umfaßt außer Tenessee die ten New-York, Pennsylvanien, Ohio, Westvirginien und Kentucky; ölreichste Staat ist Pennsylvanien. Das Öl lagert hier in Sand- n und Thonschiefern und ist stets von Salzwasser nnd brennenden n begleitet. Die Produktion betrug im Jahre 1880: 16,1 Mil- n Hektoliter im Werte von 144,8 Millionen Mark, im Jahre 1881: Millionen Hektoliter im Werte von 161,2 Millionen Mark. In da liegen die ölhaltigen Gebiete im Südwesten der Provinz On- , der Hauptort derselben ist Petrolia, das durch eine Zweigbahn mit on an der Thames (zwischen Huron- und Eriesee) verbunden ist. Vom e 1873 an wurden jährlich gegen 68 Millionen Liter produziert.

Das Vorkommen von Steinöl in Nordamerika, Virginien, Pennsyl- n und Canada war schon seit langer Zeit bekannt. Die Indianer Gegenden gewannen es in tiefen Gruben und verwendeten es teils Beleuchtung, teils zu Heilzwecken, namentlich als Mittel gegen Rheu- mus; an eine ausgedehntere Verwendung der Öle aber dachte nie- . Noch im Jahre 1845 schlug der Versuch eines unternehmenden nes, der eine der Quellen am Oil-Creek (Öl-Bach) angekauft hatte das dort gewonnene Öl in den Handel bringen wollte, fehl. Erst Emporkommen der auf die Verwendung der Teerarten begründeten strieen lenkte die Aufmerksamkeit wieder auf diese so lange vernach- ten Naturschätze. Man begann nun im Jahre 1857 nördlich von burg ausgedehntere Bohrungen nach den Quellen und erreichte auch ere derselben; am 12. August 1859 aber erbohrte man in der Nähe Titusville im Oil-Creek, dem Thale eines Nebenflusses des Alleghany- s in Pennsylvanien, die erste starke Quelle, welche wochenlang täg- 1000 Gallonen (56 Zentner) Öl ergab, und deren Auffindung als Ausgangspunkt unserer heutigen Petroleumindustrie und des Petroleum-

handels betrachtet werden muß. Nach Entdeckung dieser Quelle bemächtigte sich plötzlich eine ungeheure Aufregung der ganzen Gegend. Ein Ölfieber brach aus, an Heftigkeit dem kalifornischen und australischen Goldfieber vergleichbar. Alle Wert- und Besitzverhältnisse wurden plötzlich verändert. Grundeigentum, welches bis dahin seinen Besitzer gut ernährt hatte, erschien auf einmal fast wertlos neben den fabelhaften Preisen, welchen steinige Abhänge am Oil-Creek und den benachbarten Thälern erzielten. Aus allen Berufsarten wandten sich Leute der Ölgräberei zu und Gesellschaften aller Art entstanden zum gemeinsamen Betriebe derselben. Man ging dabei anfangs ziemlich roh zuwerke. Nach Absenkung eines 5—6 Fuß im Durchmesser haltenden Brunnens durch das lockere Erdreich begann das eigentliche Bohrgeschäft. Der Bohrer hing an dem dünnen, elastischen Ende eines durch ein Gerüst in der Mitte gestützten Baumstammes, dessen starkes Ende durch Steinblöcke beschwert war. Nahe an dem dünnern Ende des Baumstammes waren eine Anzahl Taue befestigt, an deren unterm Ende einige Schlingen wie Steigbügel benutzt wurden. Indem mehrere Männer taktgemäß in diese Steigbügel eintraten, bogen sie das Ende des Baumstammes nieder und brachten den Bohrer zum Niederfallen, der dann durch den emporschnellenden Stamm wieder in die Höhe gezogen wurde. Bald erhoben sich diese Bohrapparate in der Ölgegend dicht neben einander, wie die Masten in einem besuchten Hafen. Das Quietschen der gebogenen Baumstämme vermischte sich mit dem eintönigen Gesang, nach welchem die Bohrarbeit vorgenommen wurde, mit Schelten und Fluchen der Fuhrleute, mit dem ganzen Geräusch einer in den einfachsten Wohnungen untergebrachten Menschenmenge. Bis zu Ende 1860 waren bereits gegen 2000 Bohrlöcher abgeteuft. Während die erste starke Quelle nur 70 Fuß tief war, erreichte man an anderen ganz nahegelegenen Orten das Öl erst in 4- bis 500 Fuß Tiefe oder — auch gar nicht. — Die Zeitungen jener Monate sind voll von Beispielen des jähesten Besitzwechsels, wie sie nur jemals in der ersten Zeit eines solchen hastigen, nicht auf wissenschaftlicher Erkenntnis gegründeten Betriebes vorgekommen sind; von Männern, welche ihre gesamten Ersparnisse an den Erwerb eines Grundstücks und die Erbohrung einer Quelle gewendet hatten, um zuletzt verzweifelnd, mit nichts im Besitze als ihrer Arbeitskraft, weiterzuziehen, oder in den Ölgegenden als einfache Tagelöhner ihr Brot zu verdienen, von anderen, die aus früher wertlosen Grundstücken Hunderttausende von Dollars lösten und aus einem kleinen, zurückbehaltenen Reste ein fürstliches Einkommen erzielten, von Ölgräbern endlich, welche in Hunger und

dem Schatze nachgruben und durch das plötzliche Hervorbrechen einer en Quelle in die Lage versetzt wurden, sich alle irdischen Genüsse haffen zu können, welche für Geld zu erlangen sind. — Ganz ab- en vom Spiele des Zufalls im Ertrage der einzelnen Quellen, waren Zustände in den Öldistrikten anfangs verworren genug. Die Reich- r brachen mit solcher Gewalt aus dem Schoße der Erde hervor, man sie nicht zu bergen wußte. Es war anfangs unmöglich, ge- nd Fässer (Barrel) herbeizuschaffen; verzweifelnd standen die Eigen- r an ihren Quellen und sahen ihre Reichtümer dahinfließen; der s des Öles sank zeitweise unter den Wert der erforderlichen Fässer; Verbindungsmittel waren die allerursprünglichsten; der Transport uerte das Öl ganz ungemein. Man verband daher bald die Barrel lößen, und als es an Fässern fehlte, machte man große, flache Kasten, enen das Öl den Alleghanyfluß hinab nach Pittsburg geflößt wurde. die erforderliche Wassermenge zu erlangen, staute man den Fluß an; wenn dann die Schleußen geöffnet wurden, entstand oft die ärgste irrung. Fässer und Flöße trieben gegen einander und zerbrachen, flößer stürzten in die trübe, übelriechende Flüssigkeit hinab, und enweise bedeckte das Öl den Fluß. Überdies entzündeten sich nicht i die brennbaren, dem Erdboden mit dem Öle entströmenden Gase; nem Nu teilte sich die Flamme den benachbarten Quellen mit, alle inde und die Ölvorräte verzehrend, und ringsum wogte ein Flammen- auf, aus dem es kein Entrinnen gab. Am schrecklichsten aber war venn das auf dem Wasser schwimmende Öl sich entzündete, und dann uf dem Flusse liegenden Flöße in Brand gerieten; stundenweit war das Wasser mit dem wogenden Flammenmeer bedeckt, für welches lbstverständlich keine Löschung gab. — So verbreitete das Öl oft Schrecken und Elend, als Segen. Bald aber lernte man es be- eln und seine Schrecken bekämpfen, und heutzutage ist alles mit der Amerikanern eigenen Energie geordnet. Das Öl wird in eisernen renleitungen, die oft Hunderte von Meilen lang und in Abständen Pumpstationen versehen sind, nach der nächsten Bahnstation, nach dem ten Hafenplatze oder nach den Orten, wo es raffiniert werden soll, tet. Gegen die Verwendung des Feuers in den Öldistrikten sind ge Verordnungen erlassen worden und die Unglücksfälle haben sich indert. Blühende Städte erheben sich da, wo vor verhältnismäßig gen Jahren nur einige Hütten standen; zahlreiche Eisenbahnen, Kunst- en und Kanäle vermitteln den Verkehr nach allen Richtungen. (Nach Buchenau.)

Die Menge der Gase, welche sich aus vielen Steinölquellen Pennsylvaniens entwickeln (und welche der Hauptsache nach aus Wasserstoff und Sumpfgas bestehen) ist so bedeutend, daß man sie nicht nur an Ort und Stelle als Leucht- oder Heizmaterial benutzt, sondern auch viele Meilen weit fortleitet und zur Heizung von Dampfkesseln, Hochöfen u. s. w. verwendet. Zwei dieser Gasquellen sind etwa 50 km von Pittsburg entfernt und haben eine Tiefe von etwas über 500 m. Von diesen lieferte die Burnsquelle kein Öl, sondern nur Gas, während die Delamaterquelle früher täglich 1600 *l* Öl gab, jetzt aber auch nur noch Gase, welche unter einem so hohen Drucke ausströmen, daß man mit einer Hand ein Bleilot von 800 kg Gewicht herausziehen kann. Die Gase dieser Quelle werden durch verschiedene Röhren abgeleitet und versorgen die ganze Nachbarschaft mit Licht und Wärme. Aus einer der Nebenröhren strömt brennendes Gas aus und bildet eine Feuersäule, welche sich manchmal bis über 20 m erhebt. Ihr Geräusch ist so stark, daß man es nachts bis in einer Entfernung von 25 km hören kann; kommt man ihr etwa bis 6 km nahe, so glaubt man, ein Bahnzug fahre ganz dicht vorüber, und in noch geringerer Entfernung ist der Lärm so groß, als ob 1000 Dampfmaschinen ihren Dampf abließen. In einer Entfernung von 12 m ist alles um die Flamme herum verbrannt und der Boden sieht wie Lava aus; etwas weiter hinaus herrscht tropische Vegetation, selbst im Winter, wenn die Berge, welche das Thal einschließen, ganz mit Schnee bedeckt sind. (J. L. Smith, Ann. Chim. Phys. 8, 566.)

Über die Entstehung des Erdöls sind verschiedene Ansichten ausgesprochen worden, von denen jedoch keine allgemeine Zustimmung gefunden hat. Jedenfalls ist das Erdöl organischen Ursprungs und vielleicht größtenteils bei der allmählichen Destillation von Anhäufungen ehemaliger Meerestiere, zu einem Teile aber sicher auch bei der natürlichen Destillation der Steinkohlen entstanden. Wenigstens kann in allen den Fällen über die Abstammung des Erdöls kein Zweifel obwalten, wo es direkt aus der Steinkohlenmasse hervorschwitzt oder sogar ausfließt, wie in den Gruben von Dawley und The Dingle in der englischen Grafschaft Shrop, wo es förmliche Traufen bildet, gegen welche sich die Bergleute durch vorgesteckte Bretter schützen.

Welche wichtige Anwendung das Erdöl seit der Entdeckung der reichen Erdölschätze in Nordamerika gefunden hat, ist bekannt. Während es früher nur wenig ausgebeutet wurde und nur in der Umgebung seiner Fundorte in Gebrauch war — nach Herodot diente das Erdöl von der

el Zante zum Einbalsamieren der Leichen, Dioskorides und Plinius nten die Anwendung des Steinöls von Agrigent als Brennmaterial — seine Benutzung gegenwärtig eine fast allgemeine. Es dient als Heil- tel, zur Auflösung von Harzen, zur Bereitung von Firnissen, Teer Kitt, zur Aufbewahrung von leicht oxydierbaren Metallen (Kalium, rium). Da es beim Verbrennen große Hitze entwickelt (nach ver- ebenen Versuchen kann man annehmen, daß der Heizwert des Petro- ns wenigstens anderthalbmal so groß ist, als der derselben Gewichts- ge reinen Anthracits), wird es zum Heizen von Kochapparaten und mpfkesseln (namentlich auf Schiffen) verwendet. Die wichtigste An- dung aber hat es als gutes und billiges Beleuchtungsmaterial ge- den. „Der größte Nutzen des Petroleums beruht nicht in dem raschen blühen volkreicher Städte, dem Baue von Eisenbahnen, Kanälen, usseen nnd Telegraphen, nicht in der Beschäftigung, welche ganze tten durch diesen Artikel finden, nicht in den enormen Summen, welche h den Handel mit ihm verdient werden, sondern darin, daß es in die ste Hütte ein billiges, gleichmäßiges, helles Licht trägt, daß es Mil- en fleißiger Arbeiter eine Ausdehnung ihrer Arbeitszeit und damit einen höhern Verdienst, eine sorgenfreiere Existenz ermöglicht, daß es llionen anderen die geistige Fortbildung erleichtert und also ihr Da- zu einem menschenwürdigen gestaltet." (Buchenau.)

Doch ist es nicht das rohe Erdöl, welches in so ausgedehnter Weise tzt wird, sondern das raffinierte oder gereinigte. Das rohe Erdöl, es aus der Erde quillt, wird nämlich nicht nur von brennbaren en begleitet, es enthält auch gasförmige Kohlenwasserstoffverbindungen, zwar in um so größerer Menge, aus je größerer Tiefe es kommt den oberen Schichten der Erde hatten eben die leichtflüchtigen Stoffe ere Gelegenheit, zu verdampfen); ebenso entsendet es schon bei + 6° st nach dem Entweichen der eigentlichen Gase) entzündliche Dämpfe, z. B. Alkohol erst bei 39° thut. Das Rohöl bildet daher (in dem lraume der Fässer, in den zum Transport benutzten Schiffen, in erräumen) leicht ein entzündliches Gemenge solcher brennbarer Dämpfe der Luft, das zu den schwersten Explosionen und Feuersbrünsten Ver- assung geben kann. (Dagegen kann das Erdöl an sich, weder das , noch das gereinigte, nie explodieren, es kann nicht einmal ohne tzutritt verbrennen; explodieren kann nur der mit Luft gemischte, zu Knallgas gewordene Dampf des Petroleums.) Um nun die leicht- tigen Öle (Kohlenwasserstoffverbindungen) von den weniger flüchtigen daher weniger gefährlichen zu trennen und zugleich den häßlichen Ge-

ruch (der von geringen Mengen von Schwefel- und Arsenverbindungen herrührt) zu beseitigen, wird das rohe Erdöl einer mehrfach unterbrochenen Destillation unterworfen. Diese wird in großen, eisernen Kesseln vorgenommen, deren Deckel (wie bei den Kesseln in den Branntweinbrennereien) in ein besonders anfangs recht kühl gehaltenes Schlangenrohr münden. So gelingt es leicht, die bei den verschiedenen Temperaturen übergehenden Destillationsprodukte von einander zu trennen. Zuerst erhält man sehr flüchtige, leichte, dann weniger flüchtige, schwerere Öle, zuletzt Paraffin und einen asphalt- oder teerartigen Rückstand. Die destillierenden Öle werden gesondert aufgefangen, und so erhält man sehr verschiedene, für mancherlei Zwecke geeignete Produkte, welche durch Behandlung mit Schwefelsäure und Natronlauge gereinigt werden. Im allgemeinen kann man diese Produkte in Essenzen, Brennöle, Schmieröle und Rückstände einteilen. Das flüchtigste Produkt ist das Rhigolen; es siedet bei etwa 30° und wird als anästhetisches Mittel (als Mittel zur Erzeugung von Empfindungslosigkeit) benutzt. Das Keroselen siedet bei 50—60° und wird gegen rheumatische Leiden angewendet. Das Gasolin ist etwas schwerer flüchtig und dient zum Entfetten der Wolle, zum Ausziehen von Öl und Fett aus Samen u. s. w. Das Petroleumbenzin (nicht zu verwechseln mit dem Benzin oder richtiger Benzol des Steinkohlenteers, das anders zusammengesetzt ist) siedet bei 60—80° und wird, wie das ihm ähnliche Ligroin, in eigens konstruierten Lampen als Brennmaterial verwendet. Der Petroleumsprit oder das künstliche Terpentinöl dient als Ersatzmittel des Terpentinöls. Alle diese Essenzen, von denen die schwereren im Handel auch als Naphtha (Naphtha des Handels) bezeichnet werden, sind äußerst leicht entzündlich und feuergefährlich und haben einen ätherischen, eigentlich nicht unangenehmen Geruch. — Nachdem die leichtflüchtigen Essenzen übergegangen sind, folgen die Brennöle, die zur Beleuchtung tauglichen Öle, die man als Leuchtöl, raffiniertes oder gereinigtes Petroleum (Paraffinöl, Kerosin) bezeichnet und deren Siedepunkt zwischen 150° und 200°, deren spezifisches Gewicht zwischen 0,78 und 0,82 liegt. Das raffinierte Petroleum, das also immer noch ein Gemenge verschiedener Kohlenwasserstoffe darstellt, ist wasserhell oder schwach gelblich gefärbt und zeigt einen schönen, bläulichen Schiller, der besonders schön hervortritt, wenn man das Licht nur von einer Seite in die Flüssigkeit einfallen läßt. Dieser Schiller rührt nicht etwa von einem beigemengten Farbstoff her, sondern ist eine physikalische Eigenschaft des Öls, die man als Fluorescenz bezeichnet. Raffiniertes Erdöl mischt sich nicht mit Wasser, wohl aber mit Alkohol und Äther

löst Fette viel schwerer auf als die Essenzen. Bei gewissenhafter
tellung erhält das Leuchtöl nur Öle von dem angegebenen spezifischen
icht und diese sind so schwer flüchtig, daß sie niemals zu Explosionen
nlassung geben können. Es werden aber betrügerischerweise schwere
leichte Öle gemischt und dadurch Mischungen erzielt, die dasselbe
ische Gewicht besitzen wie das gute Leuchtöl, sich aber wesentlich
:s verhalten. Beim Erwärmen entwickeln sie leicht entzündliche
pfe, und wenn sich diese mit Luft mischen, tritt bei Annäherung
Flamme eine heftige Explosion ein. Zur Prüfung der Brennöle
ist daher nicht die Bestimmung des spezifischen Gewichts, es muß
iehr auch die Entzündungstemperatur des Öles ermittelt werden. Zu
n Zwecke erwärmt man das Öl in geeigneten Apparaten und be-
tet an einem Thermometer die Temperatur in dem Augenblick, in
em sich die aus dem Öl entweichenden Dämpfe an einem Flämm-
entzünden. Diese Entzündung tritt natürlich um so früher ein, je
leichtflüchtige Bestandteile das Öl enthält. Bestes Brennöl flammt
bei 50° noch nicht auf, wenn man seine Oberfläche mit einem
ienden Hölzchen oder Fidibus berührt. Wenn es sich bei der er-
rlichen Prüfung nicht um große Genauigkeit handelt, so kann man
i folgender Weise anstellen. Man gießt eine Quantität Öl in ein
ynliches Wasserglas, rührt diese stark um und deckt dann das Glas
ie Dämpfe des Öles dürfen sich bei Annäherung einer Flamme in
n Falle entzünden; Öl, welches diese Erscheinung zeigte, wäre un-
gt zu verwerfen. Aber auch bei Vermischung des Öles mit der
en Menge Wassers von etwa 45° dürfen noch keine entzündlichen
pfe aufsteigen. Das amerikanische Gesetz verbietet Öle, die sich unter
entzünden. — Nachdem das eigentliche Leuchtöl übergegangen ist, folgen
ber 300° Öle, deren spezifisches Gewicht zwischen 0,9 und 0,93 liegt.
werden als Schmieröle für Maschinenteile benutzt und unter dem
:n Maschinenöl, Vulkanöl, Phönixöl in den Handel gebracht. Bei
:er Fortsetzung des Destillationsprozesses erhält man zunächst ein
paraffinhaltiges Öl und endlich das weiße, flockige Paraffin in fester
:, das zu Kerzen verarbeitet wird. Die asphalt- oder teerartigen
tände liefern ein gutes Material zur Darstellung des Leuchtgases.

Der Bergteer ist in seinen Bestandteilen und dem entsprechend
in seinen Eigenschaften ein Mittelglied zwischen Erdöl und Asphalt,
elchen Mineralien er allmähliche Übergänge bildet. Er ist dickflüssig
ähe, schwarzbraun, fettglänzend, durchscheinend bis undurchsichtig und
ther, fetten und flüchtigen Ölen leicht löslich. Wenn man ihn der

Destillation unterwirft, so erhält man bei Temperaturen unter 250° dünnflüssige, dem Erdöl mehr oder weniger ähnliche Öle, die aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen, sowie als Rückstand einen schwarzen, glänzenden, pechartigen Körper, welcher Sauerstoff enthält und als Asphalt zu bezeichnen ist. Da der Bergteer aus dem Erdöl und aus dem Bergteer wieder der Asphalt hervorgeht, so kommt der Bergteer meist mit diesen Mineralien zusammen vor. Er wird meist wie der Asphalt und oft mit diesem zusammen verwendet.

Der **Asphalt** (Erdpech, Erdharz, Bitumen), mit dem Bergteer durch alle Übergänge verbunden, kommt derb und eingesprengt, in tropfsteinartigen Massen, als Überzug und in losen Stücken vor. Er ist pechschwarz oder braun-schwarz, fettglänzend, undurchsichtig, spröde, so hart wie Gips (H = 2) und wenig schwerer als Wasser (G = 1,1 — 1,2). Sein Bruch ist muschelig. Gerieben oder angezündet, zeigt er einen eigentümlichen, „bituminösen" Geruch, auch wird er beim Reiben stark (negativ) elektrisch. Er wird bei gelinder Wärme zähe, schmilzt bei ungefähr 100°, ist leicht entzündlich und verbrennt mit heller, aber stark rußender Flamme. Seine chemischen Bestandteile sind Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, und er ist gleich dem Erdöl und dem Bergteer als ein Gemenge mehrerer chemischer Substanzen aufzufassen. Im Wasser und in verdünnten Säuren ist er unlöslich, er löst sich aber zum größten Teil in Äther auf, indem er einen festen, schwarzen, glänzenden Rückstand (Asphaltén) hinterläßt, der sich (wie alle Harze) in Terpentinöl auflöst.

Der Asphalt ist ein Oxydationsprodukt des Erdöls, welches in der Berührung mit der atmosphärischen Luft zuerst zähflüssig (Bergteer) und dann fest wird. Er durchdringt demgemäß gewöhnlich poröse oder zellige Gesteine, besonders Kalk- und Sandsteine, wie bei Limmer bei Hannover, Lobsann und Bechelbronn im Elsaß, bei Seefeld in Tirol, im Val de Travers im Kanton Neuchatel, bei Pyrimont bei Seyssel im Departement de l'Ain, seltener bildet er selbständige Lager, wie in Syrien am Toten Meer und bei Hasbeja am Fuße des Hermon, auf der Insel Cuba in der Nähe von Havanna, auf der Insel Trinidad an der Nordküste von Südamerika. Auf der letztgenannten Insel ist ein viele Stunden weit ausgedehntes Asphaltgebiet bekannt, innerhalb dessen sich ein 1000 Schritt langer und 120 Schritt breiter, fast ganz von einer dicken Asphaltkruste bedeckter See, der Pechsee (Pitch-Lake), befindet. Am Rande des Sees ist das Pech hart und kalt, nach und nach wird es warm und nimmt Fußeindrücke an, in der Mitte fließt und kocht es noch. Zur Regenzeit

ı man den ganzen See überschreiten. — Das Tote Meer ist samt seiner gebung schon von altersher als Asphaltvorkommen berühmt und als haltsee (Asphaltites lacus) bezeichnet worden. Moses spricht (1. Buch, . 14, V. 10) von den vielen Erdpechbrunnen jenes Landes (was ıer nicht richtig durch Thongruben übersetzt hat). Flavius Josephus, bekannte jüdische Geschichtsschreiber, erzählt: „Zur Zeit, als die Assyrer Heeresmacht ihr Lager bei Sodom aufschlugen, hatte dieses Thal reiche Asphaltquellen und hieß Asphaltbrunnen. Es war sehr frucht- hatte viele Städte, später aber wurde es durch Blitze in Brand ge- und in den sogenannten Asphaltsee (das Tote Meer) verwandelt. ı sah noch zu meiner Zeit unter dessen Wasser fünf dunkle Stellen, deren jeder eine jener Städte gestanden. Aus der Tiefe steigen oft jaltmassen empor, welche von den Bewohnern der Umgegend geholt nach Ägypten verkauft werden, wo sie zum Einbalsamieren der Toten n." — Strabo sagt, daß auch neben dem Toten Meere Asphalt Felsen dringt. — Sowohl diese Behauptung, als das Aufsteigen der ıaltmassen aus dem Wasser hat auch in unserer Zeit Russegger igt gefunden, als er das Tote Meer besuchte. Er fand auch in der des Meeres Lager und Nester von Mergel, der so mit Asphalt drungen war, daß er gut brannte. — Am Nordostende Syriens, r Landschaft Kommagene, lag die Stadt Samosata, von der Pli- erzählt, daß sie eine Asphaltquelle besaß und, von Lucullus be- t, brennende Asphaltklumpen gegen die Römer schleuderte. — Auch Gegenden am Euphrat und Tigris sind seit alter Zeit durch ihren tum an Asphalt berühmt. „In neuerer Zeit hat William Francis worth in der Umgegend von Mosul am rechten Ufer des Tigris, Dorfe Sultan Abdulla gegenüber, außerordentlich viel Asphalt und öl gesehen. In den Ruinen der alten, in jener Gegend auf dem Ufer des Tigris gelegenen Stadt Ninive sind die Quadern teils Asphalt, teils mit Kalkmörtel verkittet. Bei der am Euphrat ge- n Stadt Hith, welche Herodot Is nannte, dringt aus der Tiefe ssiger Asphalt hervor, welcher bei der Erbauung der babyloni- Mauern benutzt wurde; seit mehr als dritthalbtausend Jahren ese Quelle unabläßig geflossen; ihre Masse verhärtet allmählich, sie an der Luft liegt. Heutigestags brauchen die Leute den As- dort zum Bestreichen ihrer aus Stein und Lehm gebauten Woh- n, ferner um Wasserbehälter aller Art, auch Körbe, wasserdicht zu n, zum Kalfatern und Überziehen der Schiffe, in großer Menge auch zum Brennen in Lampen, Küchen, in Ziegel- und Kalk-

öfen u. ſ. w., oder um ihn, in zolldicke Kuchen geformt, den Euphrat hinab in Handel zu bringen. Von den Ruinen von Babylon weiß man infolge mühſamer Nachgrabungen, daß die Grundlage der Mauern aus gebrannten Backſteinen beſtand, deren jeder an ſeiner Unterſeite mit Asphalt beſtrichen war, wodurch er auf dem unter ihm liegenden Backſteine feſtklebte und keine aus dem Boden kommende Näſſe annahm. Auf ſolcher waſſerdichter Grundlage war die Mauer aus ungebrannten Lehmſteinen emporgebaut, jedoch an der Außen- und Innenſeite mit gebrannten überzogen, wovon die unterſten ebenfalls mit Asphalt, die in der Mitte und Höhe befindlichen dagegen mit Kalkmörtel verbunden waren." — Bei Bentheim in Hannover und in der engliſchen Provinz New Brunswick in Nordamerika kommt der Asphalt gangförmig als Ausfüllung von Klüften vor. Eigentümlich iſt es, daß man ihn auch auf Eiſenerzlagerſtätten antrifft, wie z. B. bei Kamsdorf bei Saalfeld, am Iberge bei Grund am Harz, zu Dannemora in Schweden.

Der im Handel vorkommende Asphalt iſt in der Regel amerikaniſcher von der Inſel Trinidad, oder ſyriſcher vom Kaſpiſee und aus Syrien. Letzterer entſtammt größtenteils dem bei Hasbeja am Fuße des Hermon befindlichen ſehr mächtigen Lager, welches ſich am Abhang eines Kalkberges befindet.

Der Asphalt hat eine vielſeitige Anwendung gefunden. Er dient als braun-ſchwarze Farbe in der Ölmalerei, zur Darſtellung von ſchwarzem Firnis für Leder, Holz und Eiſenwaren, zu ſchwarzem Siegellack, mit Wachs und Pech zuſammengeſchmolzen als Ätzgrund (zum Überdecken der Stellen eines Gegenſtandes, die nicht geätzt werden ſollen), für Kupferſtecher, zur Anfertigung von waſſerdichtem Kitt, zum Beteeren von Schiffen, zur Herſtellung von Dachpappe. Seit 1832 wird er in faſt allen großen Städten zur Straßenpflaſterung benutzt. Der Asphalt wird zu dieſem Zwecke bei gelinder Wärme geſchmolzen, mit Kalkſtein und Sand vermiſcht und auf die mit Sand oder Zement geebnete Unterlage gegoſſen. Man verwendet aber auch vielfach den Asphaltſtein, d. i. den von Asphalt durchdrungenen Kalkſtein, zum Straßenbau, indem man denſelben, zerſchlagen und auf 120° erhitzt, auf die Straßen ſchüttet und durch heiße Rammen oder Walzen zuſammendrückt (komprimierter Asphalt). Gußasphalt iſt mit 5 Prozent Bergteer und 50 Prozent Kies zuſammengeſchmolzener Asphaltſtein, der ebenfalls zum Straßenbau, zum Belegen von Fußböden, zum Auskleiden von Waſſerbehältern, Eiskellern, zu Maſchinenfundamentierungen dient. Künſtlicher Asphalt Steinkohlenasphalt) wird durch Einkochung von Steinkohlenteer

gewonnen und auch zur Dachbedeckung und Straßenasphaltierung verwendet; er ist aber nie so fest wie der natürliche.

Das **Erdwachs** (Ozokerit, Paraffin) ist ein wachsähnliches Mineral, das im wesentlichen aus Kohlenstoff und Wasserstoff besteht und ebenfalls ein Gemenge verschiedener Kohlenwasserstoffverbindungen darstellt. Es bildet unförmliche Massen von flachmuscheligem und splitterigem Bruch, ist sehr weich, geschmeidig und biegsam, läßt sich zwischen den Fingern kneten und wird dabei klebrig. Bei auffallendem Licht erscheint es lauchgrün bis grünlich-braun, bei durchfallendem Licht gelblich-braun bis hyacinthrot, auf dem muscheligen Bruch (Hauptbruch) ist es glänzend, auf dem splitterigen (Querbruch) schimmernd, an den Kanten durchscheinend. Sein spezifisches Gewicht ist 0,94—0,97. Es hat einen angenehm aromatischen Geruch, wird durch Reiben (negativ) elektrisch, schmilzt schon an der Lichtflamme zu einer klaren, öligen Flüssigkeit und verbrennt bei höherer Temperatur mit stark leuchtender Flamme fast ohne Rückstand. Im Terpentinöl ist es leicht, in Alkohol und Äther schwer löslich. — Das Erdwachs kommt in der Nähe von Kohlen- und Steinsalzlagern vor, wie bei Wettin bei Halle an der Saale, bei Slanik in der Moldau, bei Newcastle in England; bei Borysław in Galizien erfüllt es die Erdölschächte. — Wird das Erdwachs durch Destillation gereinigt, das Destillat gepreßt und mit konzentrierter Schwefelsäure behandelt, so erhält man ein farbloses Paraffin, das sich von dem aus Braunkohlen gewonnenen durch größere Härte und höhern Schmelzpunkt (63°) vorteilhaft unterscheidet. Reinigt man dagegen das Erdwachs ohne Destillation, so erhält man ein Produkt, das erst bei 83° schmilzt und unter dem Namen Ceresin (Mineralwachs, imitiertes Bienenwachs) als Ersatzmittel des Bienenwachses dient.

Register.

Abraumsalze 291.
Achat 165.
Adlerstein 122.
Adular 175.
Agalmatolith 237.
Aktinolith 215.
Alabandin 111.
Alabaster 262.
Alaun 268.
Alaunmehl 270.
Alaunschiefer 270.
Alaunstein 268.
Albin 185.
Albit 177.
Alexandrit 193.
Alfenide 99.
Allochroit 203.
Almandin 203.
Alunit 268.
Amalgam 35.
Amazonenstein 175.
Amethyst 157.
Amethyst, orientalischer 190.
Amiant 216.
Amphibol 214.
Amphibolite 210.
Analzim 185.
Andalusit 308.
Anglesit 152.
Anorthit 177.
Anthracit 301.
Anthrakoide 301.
Anthrakonit 245.
Antimon 66.
Antimonarsenfahlerz 108.
Antimonfahlerz 108.
Antimonglanz 103.
Antimonsilberblende 114.
Antimonit 103.
Apatit 273.
Aplom 203.
Apophyllit 185.
Aquamarin 199.
Aquamarin, orientalischer 190.
Aragonit 255.
Aragonitsinter 255.
Argentan 98.
Argentit 105.
Argillite 227.
Arsen 69.
Arsenblende 113.
Arsenfahlerz 109.
Arsenige Säure 70. 72.
Arsenik 70. 72.
Arsenikalkies 102.
Arsenkies 101.
Arsen-Wasserstoff 70.
Arsenopyrit 101.
Arsensilberblende 114.
Asbest 215.
Asphalt 338.
Asphaltstein 340.
Atlasperlen 264.
Ätzkalk 252.
Augit 210.
Auripigment 113.
Avanturin 159.
Axinit 205.
Azurit 147.
Backkohlen 302.
Baggertorf 315.
Balas-Rubin 193.
Baltimorit 227.
Bandachat 165.
Bandjaspis 161.
Baryt 265.
Beilstein 217.
Beintürkis 277.
Bergflachs 216.
Berggold 15.
Bergholz 227.
Bergkrystall 156.
Bergleder 227.
Bergmehl 174.
Bergseife 237.
Bergteer 337.
Bergwachs 320.
Bernstein 320.
Beryll 196.
Bessemerstahl 50.
Bildstein 237.
Bimsstein 183.
Biotit 219.
Bismutin 104.
Bittersalz 270.
Bitterspat 258.
Bitumen 338.
Blackband 136.
Blätterkohle 313.
Blattgold 17. 58.
Blattsilber 18. 131.
Blaueisenerde 141.
Blaueisenerz 141.
Blei 60.

Bleiasche 60.
Bleierde 151.
Bleiglanz 103.
Bleiglätte 61. 62.
Bleischweif 103.
Bleistein 62.
Bleivitriol 152.
Bleiweiß 61. 63.
Bleizucker 64.
Blende 110.
Blenden 110.
Blickfilber 28.
Blitzröhren 159.
Blutstein 119.
Bohnerz 122.
Bol 237.
Bologneserspat 267.
Bolus 237.
Boracit 278.
Borate 277.
Borax 277.
Bornit 96.
Borsäure 279.
Bournonit 109.
Bouteillenstein 183.
Brandsilber 28.
Braunbleierz 152.
Brauneisenerz 122.
Brauneisenocker 122.
Braunkohle 312.
Braunspat 257.
Braunstein 127.
Brenze 301.
Britanniametall 69.
Bronze 59.
Bronzit 213.
Buntbleierz 152.
Buntkupferkies 96.

Calamin 144.
Calamit 215.
Carbonate 239.
Carnallit 291.
Chabasit 186.
Cerefin 341.
Ceylanit 194.
Cerussit 151.
Chalcedon 163.
Chalkanthit 149.
Chalkotrichit 135.
Chalkopyrit 95.
Chamottesteine 234.
Chiastolith 209.
Chilesalpeter 282.
Chloanthit 99.
Chlorammonium 296.
Chlorapatit 273.
Chloride 283.
Chlorit 221.
Chlornatrium 283.
Chlorophan 298.
Chlorospinell 194.
Chromeisenerz 125.
Chromit 125.
Chrysoberyll 192.
Chrysokoll 149.
Chrysolith 206
Chrysolith, orientalischer 190.
Chrysopras 165.
Chrysotil 227.
Cipollin 250.
Citrin 156.
Coak 302. 311.
Cölestin 267.
Colcothar 141.
Cordierit 207.
Cuprit 134.
Cyanit 209.

Dendriten 245.
Desmin 187.
Diallag 213.
Diamant 76.
Diamantbord 79.
Diamantspat 191.
Dichroït 207.
Diopsid 211.
Disthen 209.
Dolomit 257.
Doppelspat 241.
Dornenstein 294.

Edelsteine 189.
Edelrost 59.
Egeran 206.
Eisen, kosmisches 40.
Eisen, meteorisches 41.
Eisen, tellurisches 40.
Eisenblau 141.
Eisenblüte 255.
Eisenglanz 118.
Eisenglimmer 118.
Eisenkies 93.
Eisenkiesel 160.
Eisenniere 122.
Eisenocker 119.
Eisenopal 173.
Eisenpecherz 124.
Eisenrahm 119.
Eisenrosen 119. 125.
Eisenspat 136.
Eisensteinmark 238.
Eisenvitriol 140.
Eisenwolframerz 153.
Eisspat 175.
Elektrum 4.
Eläolith 181.
Elemente 1.
Enhydros 166.
Epidot 206.
Epsomit 270.
Erbsenstein 255.
Erdharz 338.
Erdkobalt 142.
Erdöl 326.
Erdpech 338.
Erdwachs 341.
Erythrin 142.
Erz 59.
Erze 92.
Erze, oxydische 114.
Erze, salinische 135.
Erze, sulfidische 92.
Eugenglanz 110.

Fahlerz 108.
Fahlglanz 108.
Fasergips 262.
Faserkohle 303.
Faserquarz 159.
Fasertorf 315.

Faserzeolith 188.
Fassait 212.
Fayence 235.
Feinsilber 28.
Feldspat 174.
Feldspate 174.
Feldstein 175.
Felsite 174.
Festungsachat 165.
Feueropal 172.
Feuerstein 162.
Fliegenstein 69.
Flint 162.
Flintenstein 162.
Flintglas 160.
Fluorapatit 273.
Fluoride 297.
Fluorit 297.
Flußsäure 299.
Flußspat 297.
Fraueneis 262.
Frauenglas 219.
Frischblei 63.
Fulgurit 159.

Gagat 313.
Galmei 144. 145.
Galenit 108.
Garkupfer 56.
Gelbbleierz 151.
Gelberde 238.
Geolithe 154.
Gersdorffit 101.
Giftmehl 71.
Gips 261.
Gipserde 262.
Gipsmehl 262.
Gipsspat 261.
Gipsstein 262.
Girasol 171.
Glanze 102.
Glanzerz 105.
Glanzkobalt 101.
Glanzkohle 302.
Glas 160.
Glaserz 105.
Glaskopf, brauner 122.
Glaskopf, roter 119.
Glasopal 169.
Glasquarz 156.
Glasur 232.
Glasurerz 108.
Glätte 62. 63.
Glauberſalz 271.
Gletscherſalz 271.
Glimmer 218.
Gold 1.
Goldfelder 5.
Goldglätte 62.
Goldpurpur 18.
Goldseifen 5.
Gong 59.
Goslarit 147.
Göthit 124.
Grammatit 215.
Granat 202.
Granat, böhmischer 204.
Graphit 88.
Graubraunstein 127.
Graumanganerz 127.
Grauspießglanzerz 103.
Grobkohle 303.
Grossular 203.
Grubengas 307.
Grünbleierz 152.
Grünspan 54.
Gußasphalt 340.
Gußeisen 47.
Gyps, siehe Gips.

Haarsalz 270.
Halbopal 173.
Haloide 239.
Hämatit 118.
Hammerschlag 39.
Harmotom 187.
Hartblei 63.
Hartbraunstein 128.
Hartmanganerz 128.
Harze 320.
Heliotrop 165.
Hemimorphit 144.
Herauch 319.
Hessonit 203.
Heulandit 186.
Himbeerspat 143.
Hohlspat 209.
Höhenrauch 319.
Höllenstein 19.
Holz, bituminöses 313.
Holz, versteinertes 161.
Holzopal 173.
Holzstein 161.
Holzzinn 129.
Hornblende 214.
Hornblenden 210.
Hornstein 160.
Hyacinth 200.
Hyacinth, orientalischer 190.
Hyalith 169.
Hyalosiderit 207.
Hydrophan 173.
Hyperſthen 212.

Ichthyophthalm 185.
Idokras 205.
Ilmenit 125.
Infusorienerde 174.
Indikolith 201.
Jolith 208.
Iridium 33.
Iridosmium 34.
Iserin 125.
Jadeit 218.
Jaspis 161.
Jaspopal 172.

Kalait 276.
Kalialaun 268.
Kalifeldspat 174.
Kaliglimmer 218.
Kalisalpeter 280.
Kalk 239.
Kalk, gebrannter 252.
Kalk, hydraulischer 253.
Kalkerde 252.
Kalkharmotom 186.
Kalkhydrat 252.
Kalkmergel 244.
Kalkmilch 252.
Kalknatronfeldspat 179.

Kalksalpeter 281.
Kalksinter 245.
Kalkspat 239.
Kalkstein 239. 240.
Kalkstein, dichter 244.
Kalkstein, erdiger 245.
Kalkstein, körniger 243.
Kalkstein, oolithischer 245.
Kalkwasser 252.
Kalomel 38.
Kammkies 94.
Kaneelstein 208.
Kännelkohle 303.
Kaolin 227.
Karneol 164.
Karneolonyx 164.
Karstenit 265.
Kaschalong 169.
Kassiterit 129.
Katzenauge 159.
Katzengold 219.
Katzensaphir 190.
Katzensilber 219.
Kiese 92.
Kieseleisenstein 119.
Kieselgalmei 144.
Kieselguhr 174.
Kieselkupfer 149.
Kieselmalachit 149.
Kieselmanganerz 143.
Kieselschiefer 161.
Kieselsinter 169.
Kieserit 290.
Kir 330.
Klappersteine 122.
Klinker 234.
Klipptorf 315.
Knallgold 18.
Knistersalz 285.
Knittergold 58.
Kobalt 100.
Kobaltbeschlag 142.
Kobaltblüte 142.
Kobaltin 101.
Kobaltmanganerz 129.
Kobaltspeise 100.
Kochsalz 283.
Kohinur 86.
Kok 311.
Kohlen 301.
Kohlenblende 301.
Kohleneisenstein 136.
Kohlengalmei 145.
Kokkolith 212.
Kolkothar, siehe Colcothar.
Kolophonit 204.
Korallenachat 165.
Korund 189.
Kreide 245.
Kreide, spanische 223.
Kreide, venetianische 223.
Kreuzstein 187. 208.
Krokydolith 159.
Kryolith 300.
Krystallglas 160.
Kugeljaspis 162.
Kupfer 52.
Kupferblüte 135.
Kupferglanz 106.
Kupferglas 106.
Kupfergrün 149.
Kupferkies 95.
Kupferlasur 147.
Kupfernickel 97.
Kupferpecherz 125.
Kupferschwärze 135.
Kupferstein 55.
Kupfervitriol 149.
Kyanit 209.

Labrador 179.
Labradorit 179.
Lapis Lazuli 181.
Lasurstein 181.
Lauchquarz 159.
Lavezstein 223.
Leberblende 110.
Leberkies 94.
Leberopal 173.
Lehm 232.
Lepidolith 220.
Letten 232.
Letternmetall 68.
Leuchtgas 311.
Leucit 180.
Leukosaphir 190.
Lignit 312.
Limonit 122.
Lithionglimmer 220.
Löllingit 102.
Luchssaphir 190.
Luftmörtel 252.
Lydit 161.

Magnesiaglimmer 219.
Magnesit 258.
Magnet 115.
Magneteisenerz 115.
Magnetit 115.
Magnetkies 95.
Majolika 235.
Malachit 148.
Malakolith 211.
Manganblende 111.
Manganit 127.
Mangenschaum 129.
Manganspat 143.
Marienglas 219. 262.
Manganwolframerz 153.
Markasit 94.
Marmor 243.
Massikot 63.
Meerschaum 224.
Melanglanz 109.
Melanit 204.
Melanterit 140.
Melinit 238.
Menilit 173.
Mennige 61.
Mergel 232. 244.
Mergelschiefer 244.
Mergelthon 233.
Merkurblende 112.
Meroxen 219.
Messing 58.
Metalle 1.
Metalle, edle 1.
Metalle, unedle 39.
Meteoreisen, siehe Eisen, meteorisches.
Meteorsteine 44.

Milchglas 160.
Milchquarz 158.
Milchopal 172.
Mirabilit 271.
Mißpickel 101.
Mokkastein 164.
Molybdänglanz 105.
Molybdänit 105.
Mondstein 175.
Moorkohle 313.
Moorrauch 319.
Moosachat 164.
Moostorf 315.
Morasterz 123.
Morion 156.
Moroxit 273.
Mörtel 253.
Mörtel, hydraulischer 253.
Morvenit 187.
Muriacit 265.
Muschelmarmor 244.
Muscovit 218.
Musivgold 133.
Nadeleisenerz 124.

Nagyagit 107.
Naphtha 326.
Nasturan 126.
Natrolith 188.
Natron 259.
Natronfeldspat 177.
Natronkalkfeldspat 178.
Natronsalpeter 282.
Nephelin 181.
Nephrit 217.
Neusilber 98.
Nichtmetalle 72.
Nickel 98.
Nickelin 97.
Nickelarsenkies 101.
Nickelglanz 101.
Nitrate 280.

Obsidian 183.
Oligoklas 178.
Olivin 206.
Omphacit 212.
Onyx 164.
Opal 168.
Opalmutter 170.
Orloff 85.
Orthoklas 174.
Osmiridium 33.
Ozokerit 341.

Packfong 59.
Pack-Tong 59.
Palladium 34.
Papierkohle 313.
Paraffin 341.
Patina 59.
Paulit 212.
Pechkohle 302. 313.
Pechopal 172.
Pechstein 184.
Pechtorf 315.
Peridot 206.
Periklin 177.
Perlit 184.
Perlmutteropal 169.
Perlstein 184.
Petroleum 326.
Pfannenstein 292.
Pfeifenthon 232.
Phillipsit 186.
Phosphate 273.
Phosphorit 273.
Phyllite 218.
Phytogenide 301.
Pikrolith 226.
Pistazit 206.
Plasma 165.
Platin 30.
Platinschwamm 31.
Platinerz 31.
Pleonast 194.
Polierschiefer 174.
Polybasit 110.
Polyhalit 290.
Porzellan 229.
Porzellanerde 227.
Porzellanjaspis 162.
Prasem 159.
Prasopal 172.
Prehnit 188.
Prinzmetall 58.
Probierstein 161.
Proustit 114.
Psilomelan 128.
Punamustein 217.
Punktachat 165.
Pyknit 196.
Pyrargyrit 114.
Pyrit 93.
Pyrolusit 127.
Pyromorphit 152.
Pyrop 204.
Pyroxen 210.
Pyrrhosiderit 124.

Quarz 154.
Quarze 154.
Queckfilber 35.
Queckfilberlebererz 113.
Quellerz 123.

Rabenglimmer 220.
Raseneisenerz 123.
Rasentorf 315.
Rattengift 72.
Rauchquarz 156.
Rauchtopas 156.
Rauschgelb 113.
Rauschrot 113.
Rautenspat 257.
Realgar 113.
Rebruthit 106.
Regenbogenquarz 157.
Regent 86.
Reißblei 88.
Retinalithe 320.
Rhätizit 210.
Rheinkiesel 157.
Rhodonit 143.
Rhodochrosit 143.
Rogenstein 245.
Roheisen 47.
Rohstahl 49.
Rosenquarz 158.
Rosettenkupfer 56.
Roßschwefel 75.
Rost 39.

Roteisenerz 118.
Rotgültigerz 114.
Rotkupfererz 134.
Rubellan 220.
Rubellit 201.
Rotnickelkies 97.
Rubicell 193.
Rubin 190.
Ruinenmarmor 244.
Rußkohle 303.
Rutil 133.

Salamstein 190.
Saline 294.
Salit 211.
Salmiak 296.
Salpeter 280.
Salz 283.
Salze 239.
Salze, borsaure 277.
Salze, flußsaure 297.
Salze, kohlensaure 239.
Salze, phosphorsaure 273.
Salze, salpetersaure 280.
Salze, salzsaure 283.
Salze, schwefelsaure 261.
Salzgärten 295.
Salz-Erze 135.
Sand 158.
Sandkohlen 302.
Sandstein 159.
Sandtorf 319.
Sanidin 176.
Saphir 190.
Saphirin 194.
Saphirquarz 158.
Sarder 164.
Sardonyx 164.
Sassolin 279.
Sauerstoff-Erze 114.
Schalenblende 110.
Schaumgips 262.
Scheelerz 153.
Scheelit, siehe Scheelerz.
Scherbenkobalt 69.
Schieferkohle 303.
Schillerquarz 159.
Schlagende Wetter 307.
Schmiedeeisen 48.
Schnellot 66.
Schörl 200.
Schrifterz 107.
Schrifttellur 107.
Schwarzspießglanzerz 109.
Schwarzkohle 302.
Schwarzkupfer 55.
Schwefel 72.
Schwefelblumen 75.
Schwefel-Erze 92.
Schwefelkies 93.
Schwefel-Kohlenstoff 76.
Schwefelleber 75.
Schwefelige Säure 73. 76.
Schwefelsäure 73. 75. 140.
Schwefelzink 110.
Schwellsteine 185.
Schwerspat 265.
Schwimmkiesel 173.
Schwimmstein 173.
Seifenzinn 130.
Semilor 58.
Serpentin 225.
Serpentin-Asbest 227.
Siderit 136. 159.
Silber 18.
Silberfahlerz 108.
Silberglanz 105.
Silberglätte 62.
Silicite 154.
Sinterkohlen 302.
Sinteropal 169.
Sklerite 189.
Smalte 100.
Smaltin 99.
Smaragd 197.
Smaragd, orientalischer 190.
Smirgel 192.
Smithsonit 145.
Soda 259.
Sonnenstein 179.
Sole 292.
Spargelstein 273.
Spateisenstein 136.
Speckstein 222.
Speerkies 94.
Speiskobalt 99.
Sphalerit 110.
Sphärosiderit 136.
Spiegeleisen 47.
Spießglanz 67.
Spinell 193.
Sprödglaserz 109.
Sprudelstein 255.
Stabeisen 48.
Staffelit 274.
Stahl 49.
Stalagmiten 246.
Stalaktiten 246.
Stangenschwefel 75.
Stannin 97.
Stanniol 131.
Steatit 221. 222.
Steatite 221.
Stein, lydischer 161.
Stein, lithographischer 244
Steine 154.
Steingut 235.
Steinkohle 302.
Steinkohlenasphalt 340.
Steinmark 236.
Steinöl 326.
Steinsalz 283.
Steinzeug 235.
Stephanit 109.
Stephansstein 164.
Sternkorund 190.
Sternsaphir 190.
Stichtorf 319.
Stilbit 186.
Stilpnosiderit 124.
Stinkkalk 245.
Strahlkies 94.
Strahlstein 215.
Strahlzeolith 187.
Straß 160.
Streichtorf 319.
Strontianit 259.
Sublimat 38.
Succinit 320.
Sulfate 261.

Sumpferz 123.
Sumpfgas 307.
Sylvanit 107.
Sylvin 291. 296.

Tafelspat 213.
Talk 221.
Talke 221.
Talkschiefer 221.
Talkspat 258.
Talmigold 18.
Teratolith 238.
Tetraëderit 108.
Thon 231.
Thone 227.
Thoneisenstein 119. 122.
Thonmergel 233. 244.
Tinkal 277.
Titaneisenerz 125.
Tombak 58.
Topas 194.
Topas, orientalischer 190.
Topasfels 195.
Töpferthon 232.
Topfstein 223.
Torf 315.
Travertin 246.
Tremolit 215.
Tripel 174.
Tropfstein 245.
Trümmerachat 165.
Türkis 276.
Turmalin 200.

Umbra 122.
Umbra, Kölnische 123. 315.
Uranpecherz 126.
Uwarowit 204.

Veilchenquarz 157.
Vesuvian 205.
Vitriol, blauer 149.
Vitriol, grüner 140.
Vitriol, weißer 147.
Vitriolbleierz 152.
Vitriolöl 140.
Vivianit 141.

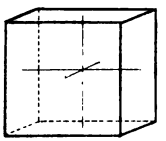
Wachsopal 172.
Wad 129.
Walkerde 233.
Waschgold 15.
Wasserblei 105.
Wasserglas 160.
Wasserkies 94.
Wassermörtel 253.
Wassersaphir 190.
Wavellit 275.
Wedgewood 236.
Weichmanganerz 127.
Weißbleierz 151.
Weißgültigerz 108.
Weißnickelkies 99.
Weltauge 173.
Werkblei 62.
Wiesenerz 123.
Wismut 65.
Wismutglanz 104.
Witherit 258.
Wolfram 153.
Wolframit 153.
Wolframerz 153.
Wolkenachat 165.
Wollastonit 213.
Wulfenit 151.
Wundererde, sächsische 239.

Zahntürkis 277.
Zement 253.
Zementkupfer 150.
Zementstahl 49.
Zementwässer 150.
Zeolithe 185.
Ziegel 233.
Ziegelerz 135.
Zink 145.
Zinkblende 110.
Zinkcarbonat 145.
Zinksilikat 144.
Zinkspat 145.
Zinkvitriol 146. 147.
Zinn 131.
Zinnabarit 112.
Zinnasche 132.
Zinnbaum 133.
Zinnerz 129.
Zinngraupen 130.
Zinnkies 97.
Zinnkrätze 132.
Zinnober 112.
Zinnstein 129.
Zinnwaldit 220.
Zirkon 199.
Zuschläge 45.
Zwiebelmarmor 250.

Druck der Engelhard-Reyherschen Hofbuchdruckerei in Gotha.

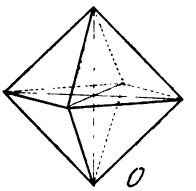
Reguläres Krystallsystem.

1



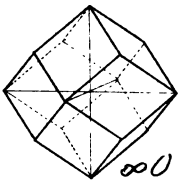
∞ O ∞ .

2



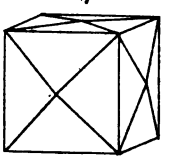
O

3



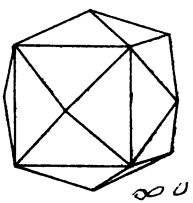
∞ O

4



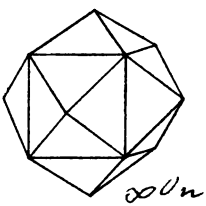
∞ O n

5



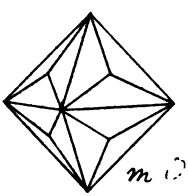
∞ O n

6



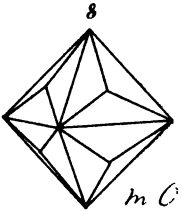
∞ O n

7



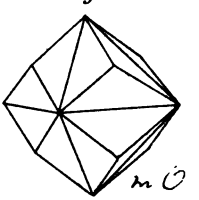
m O

8



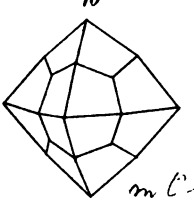
m O

9



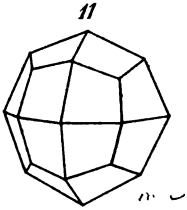
m O

10

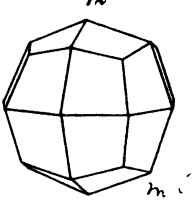


m O n

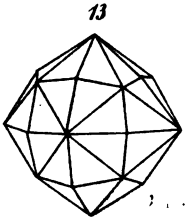
11



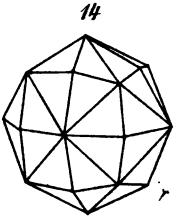
12

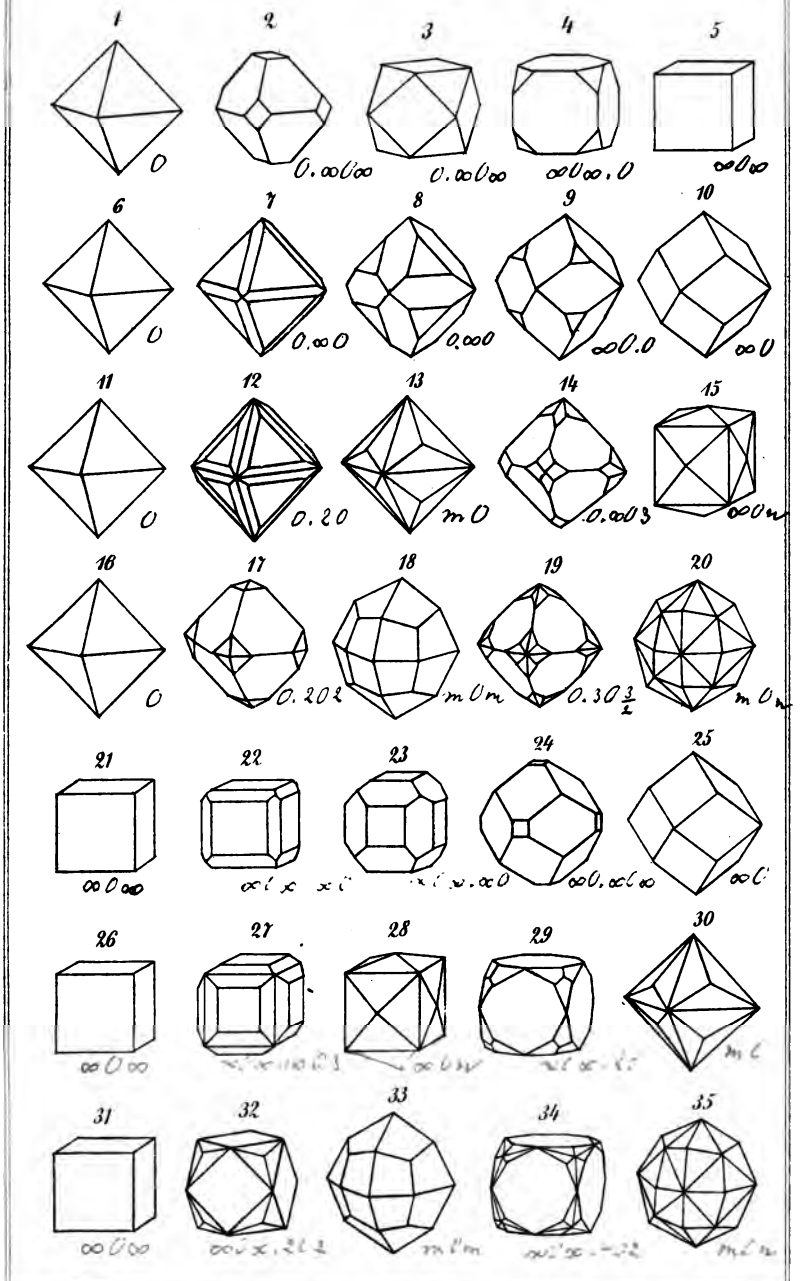


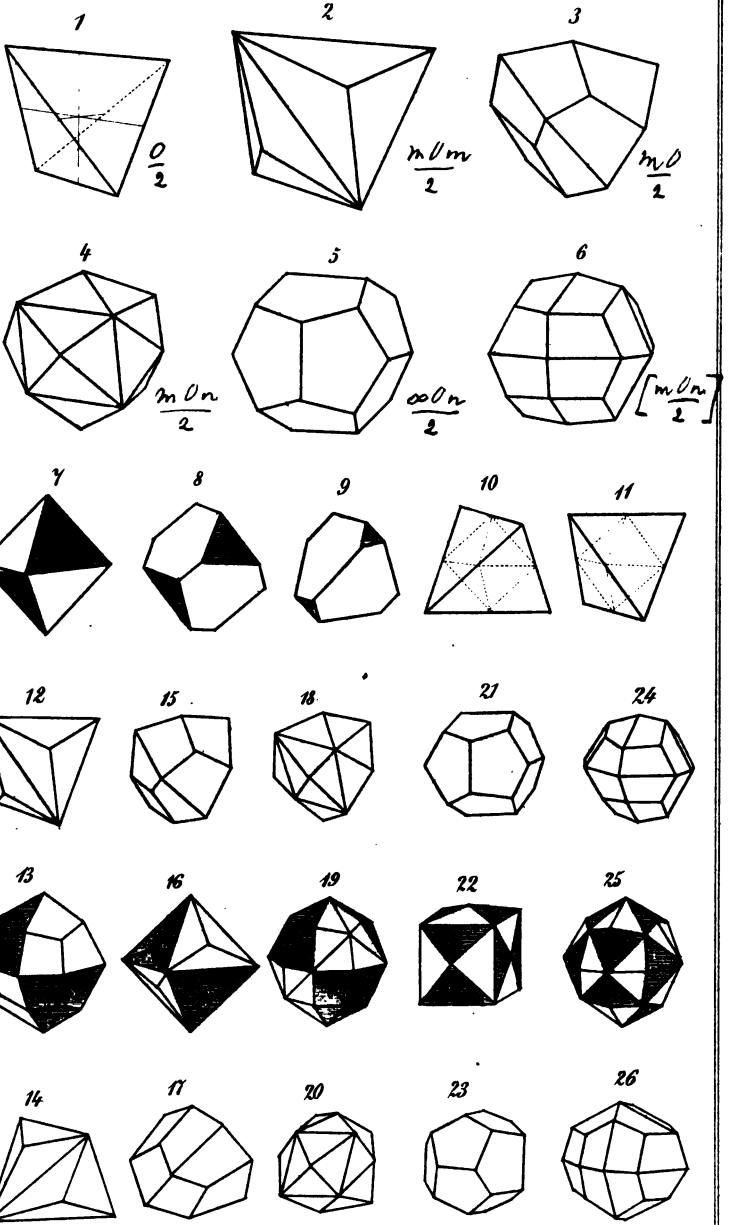
13



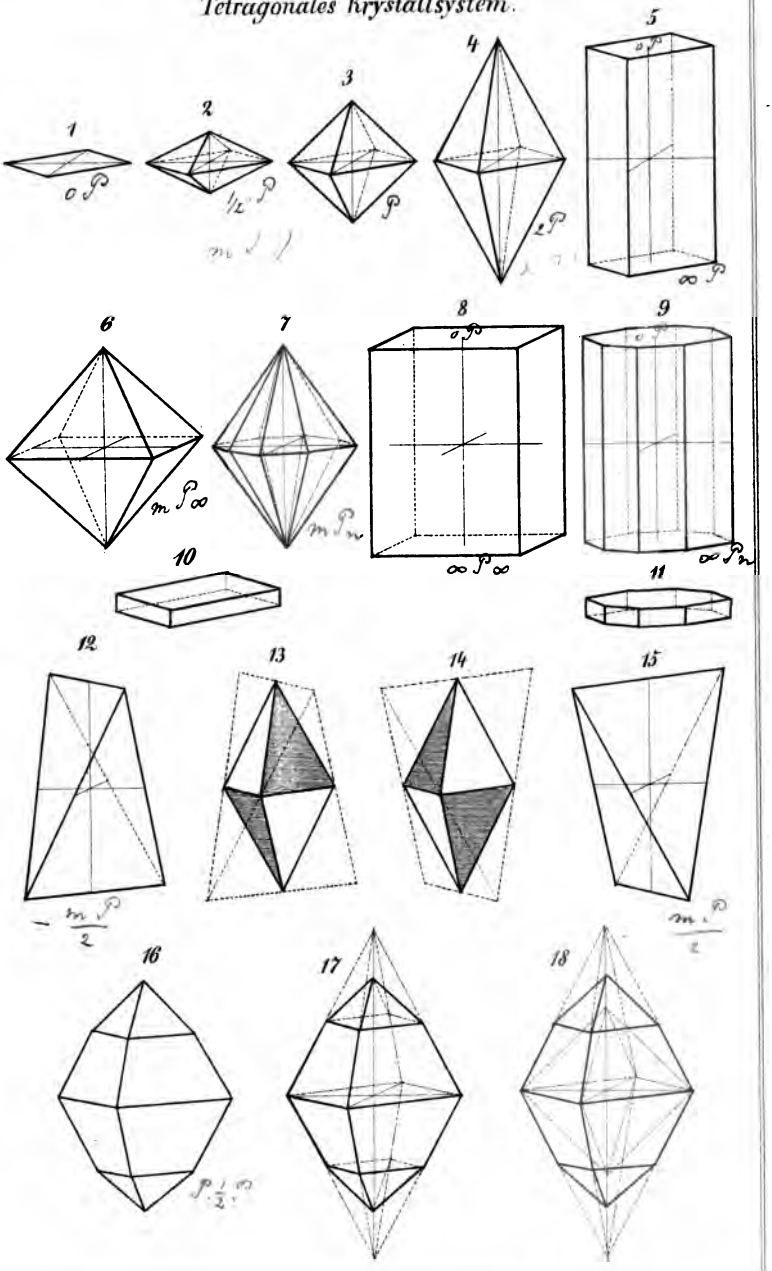
14



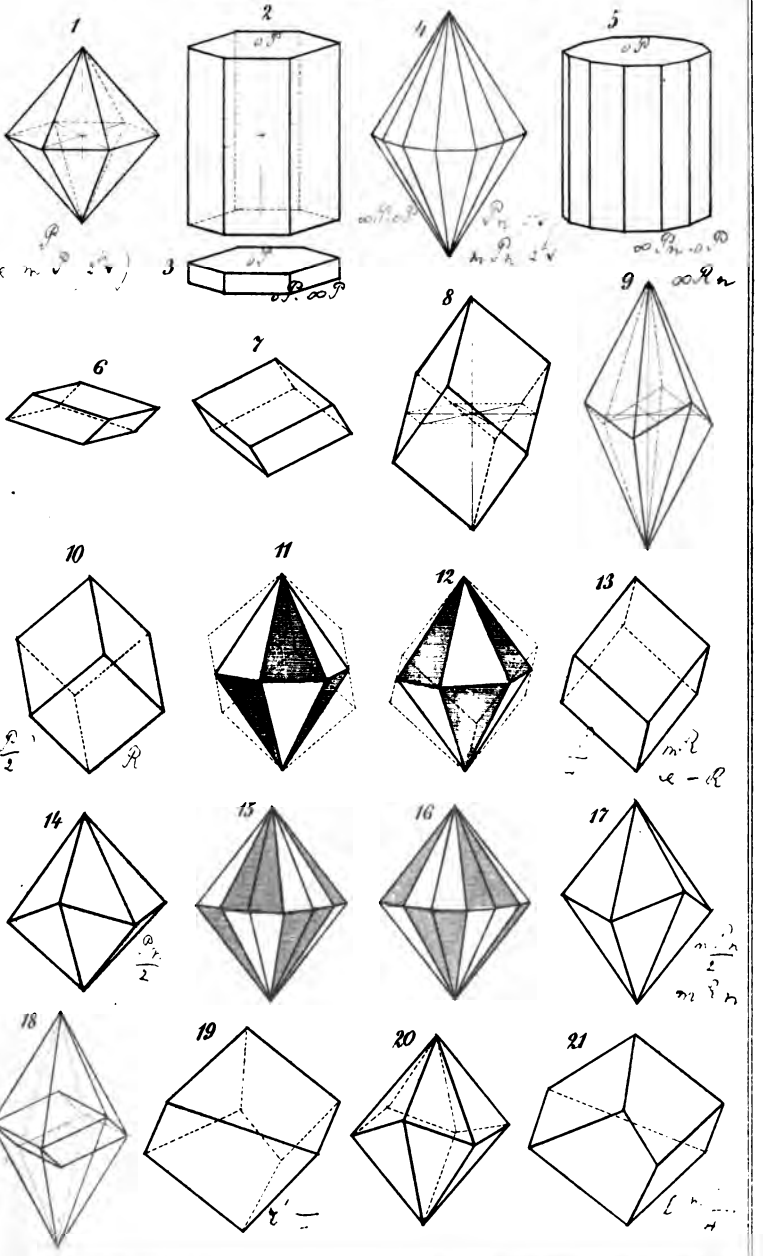

1
O
2
0.∞O∞
3
0.∞O∞
4
∞O∞.O
5
∞O∞
6
O
7
0.∞O
8
0.∞O
9
∞O.O
10
∞O
11
O
12
0.2O
13
mO
14
0.∞O3
15
∞Om
16
O
17
0.2O2
18
mOm
19
0.3O3/2
20
mO
21
∞O∞
22
23
24
∞O.∞O∞
25
26
∞O∞
27
28
29
30
31
∞O∞
32
33
34
35


1
O/2
2
mOm/2
3
mO/2
4
mOn/2
5
∞On/2
6
[mOn/2]
7
8
9
10
11
12
15
18
21
24
13
16
19
22
25
14
17
20
23
26

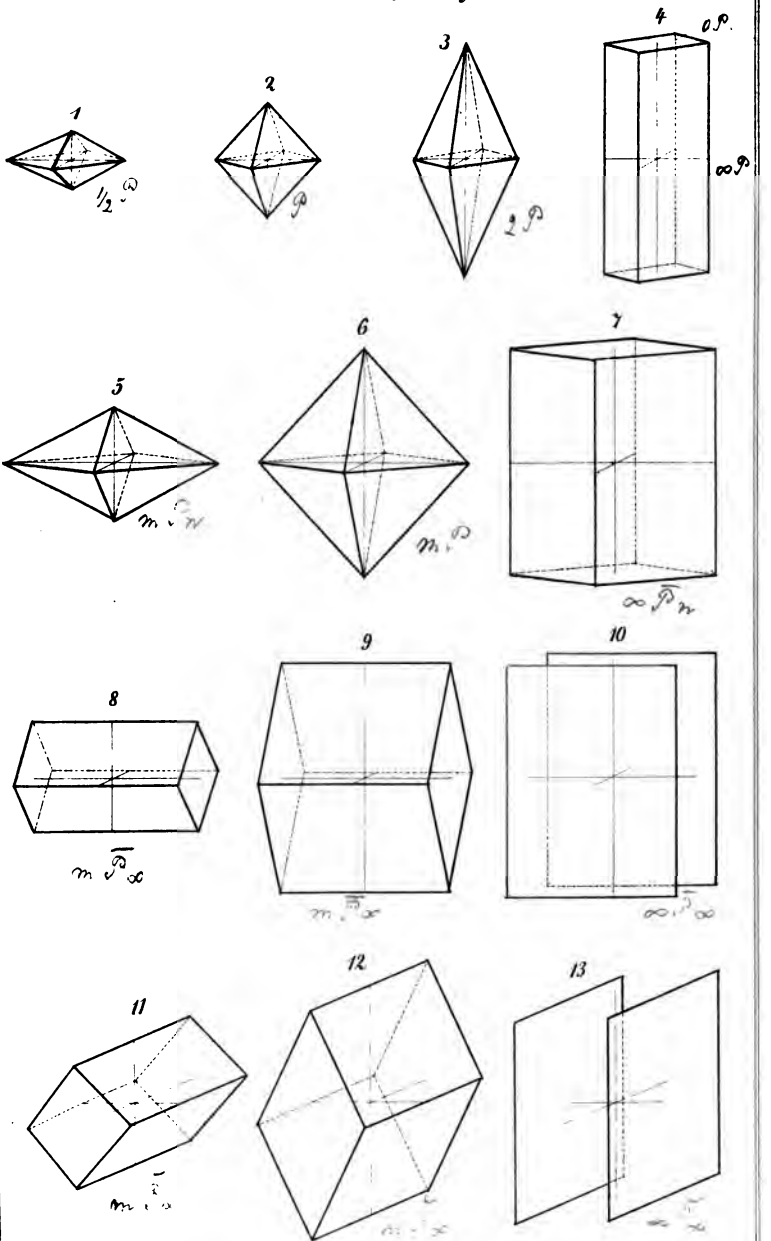
Tetragonales Krystallsystem.



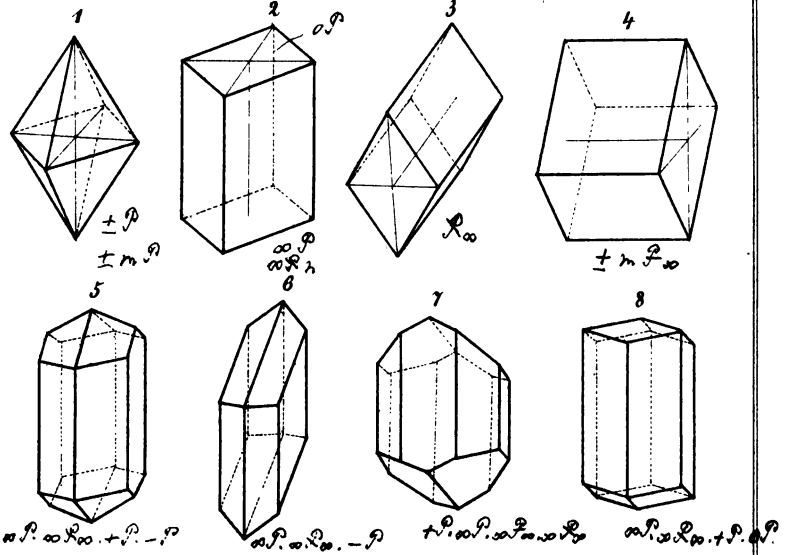
Hexagonales Krystallsystem.



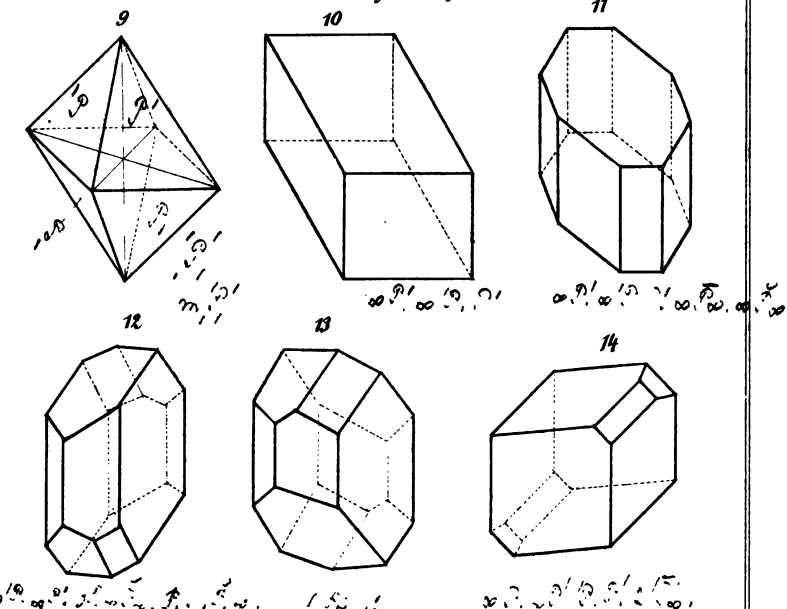
Rhombisches Krystallsystem.



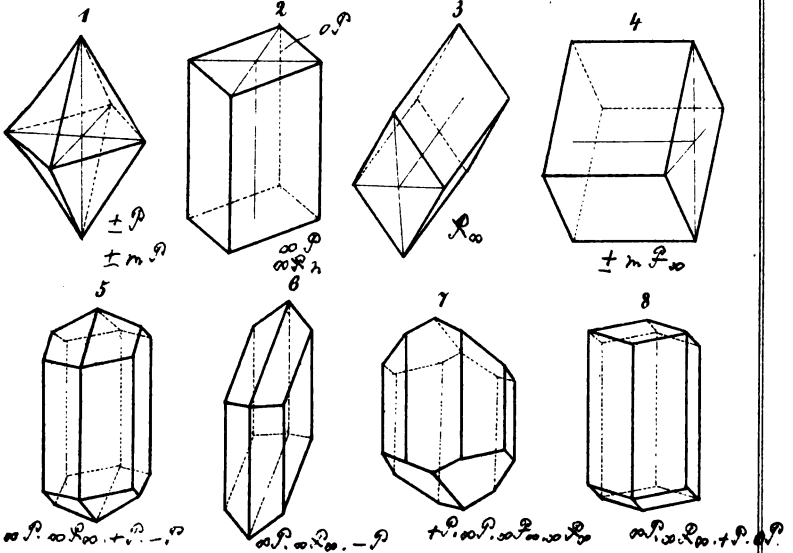
Monoklinisches Krystallsystem.



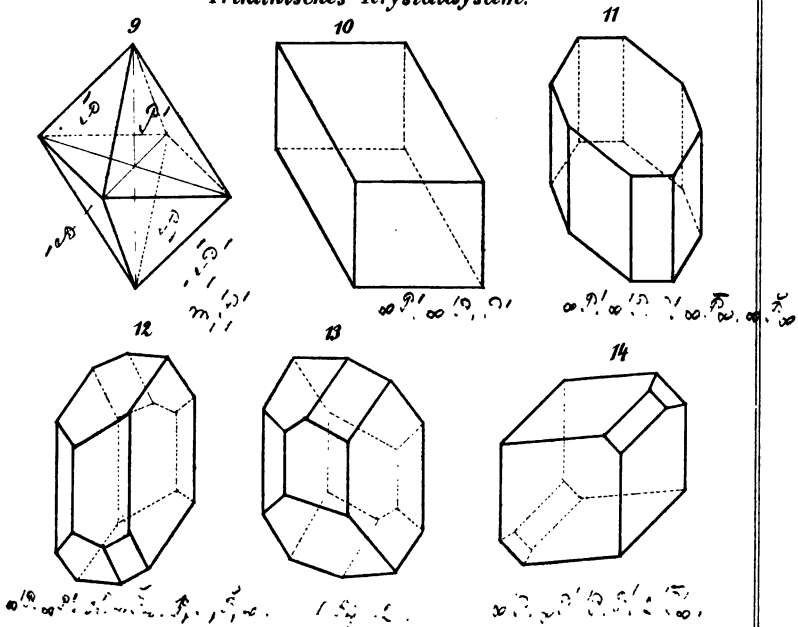
Triklinisches Krystallsystem.



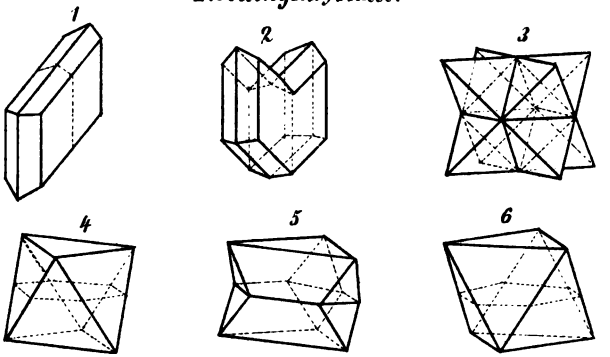
Monoklinisches Krystallsystem.

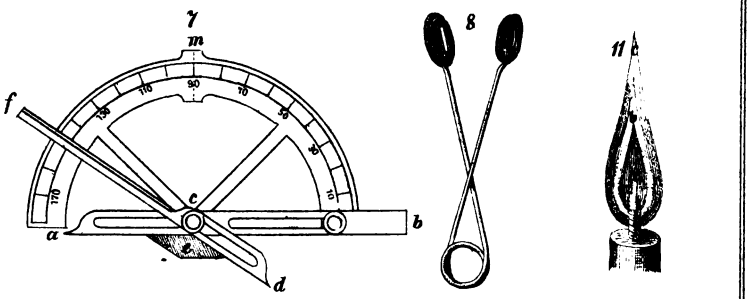


Triklinisches Krystallsystem.

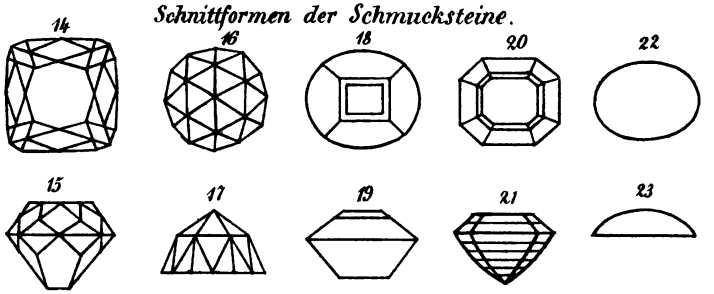


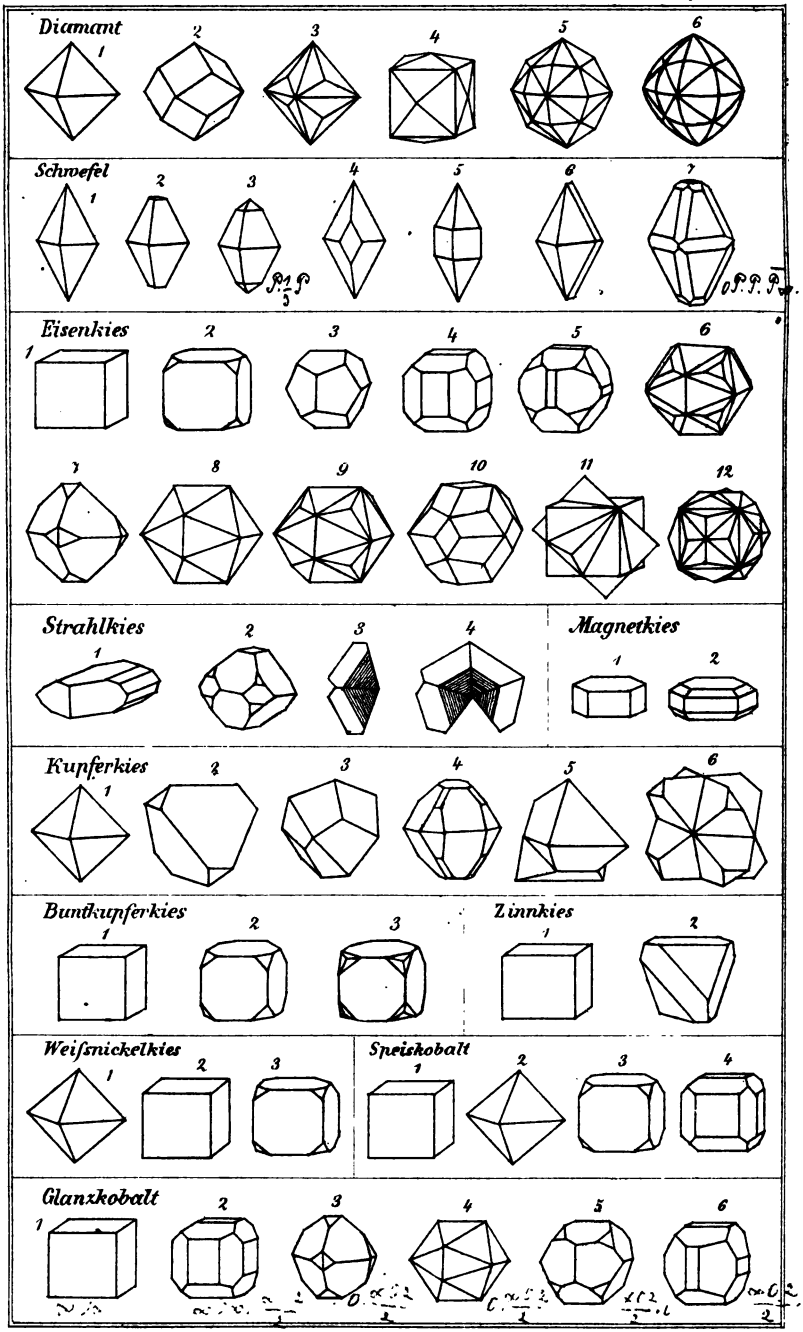
Zwillingskrystalle.



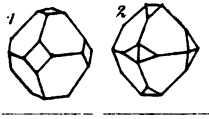


Schnittformen der Schmucksteine.

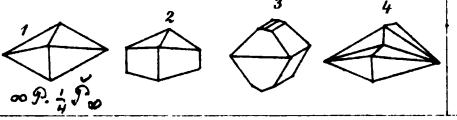



Diamant
1
2
3
4
5
6
Schwefel
1
2
3
4
5
6
7
Eisenkies
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
Strahlkies
1
2
3
4
Magnetkies
1
2
Kupferkies
1
2
3
4
5
6
Buntkupferkies
1
2
3
Zinnkies
1
2
Weißnickelkies
1
2
3
Speiskobalt
1
2
3
4
Glanzkobalt
1
2
3
4
5
6

Nickelarsenkies

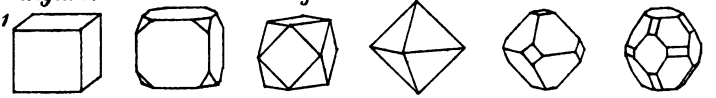


Arsenkies

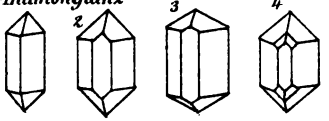


Arsenikalkies

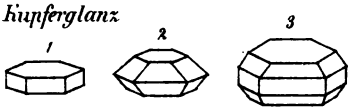
Bleiglanz



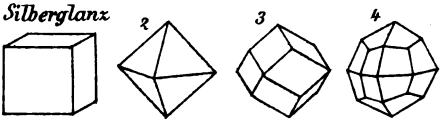
Antimonglanz



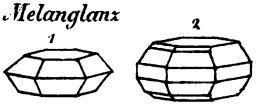
Kupferglanz



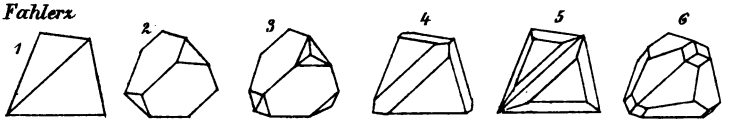
Silberglanz



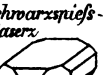
Melanglanz



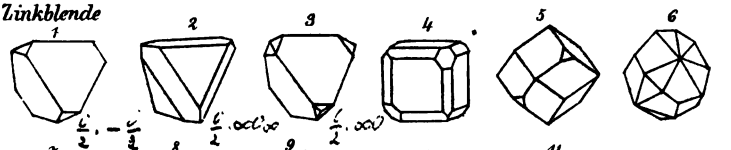
Fahlerz



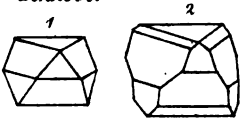
Schwarzspiessglaserz



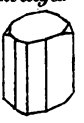
Zinkblende



Zinnober

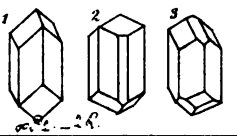


Realgar

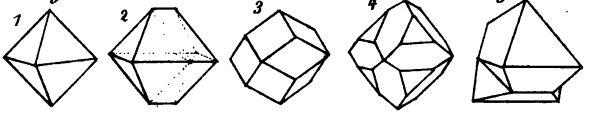


Auripigment

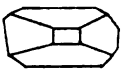
Antimonsilberblende



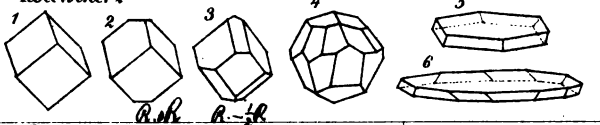
Magneteisenerz

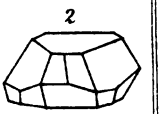


Titaneisenerz

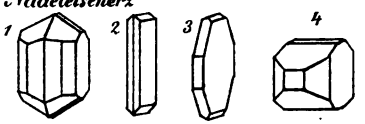


Roteisenerz

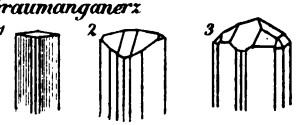




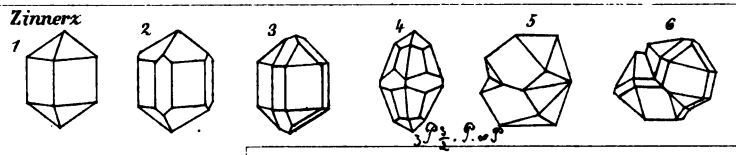
Nadeleisenerz



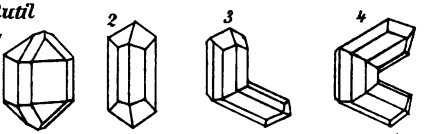
Graumanganerz



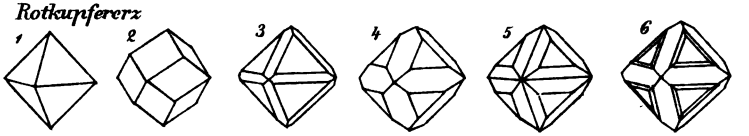
Zinnerz



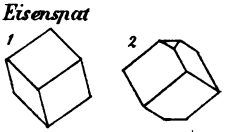
Rutil



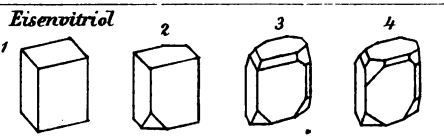
Rotkupfererz



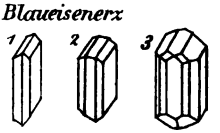
Eisenspat



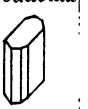
Eisenvitriol



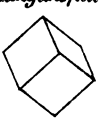
Blaueisenerz



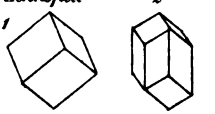
Kobaltblüte



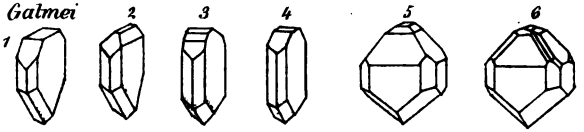
Manganspat



Zinkspat



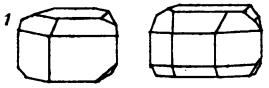
Galmei



Zinkvitriol

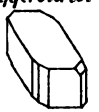
Taf. 12.

Kupferlasur

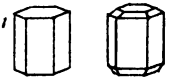


Malachit

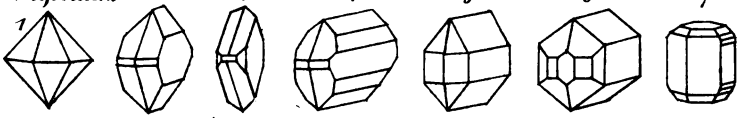
Kupfervitriol



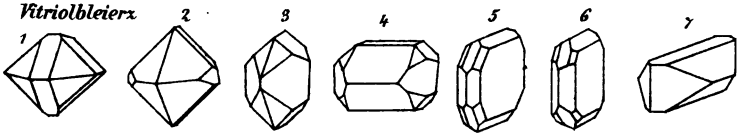
Buntbleierz



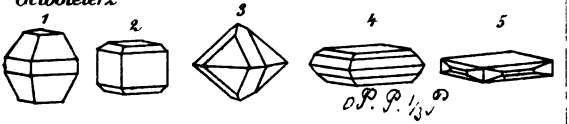
Weißbleierz



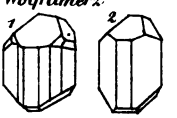
Vitriolbleierz



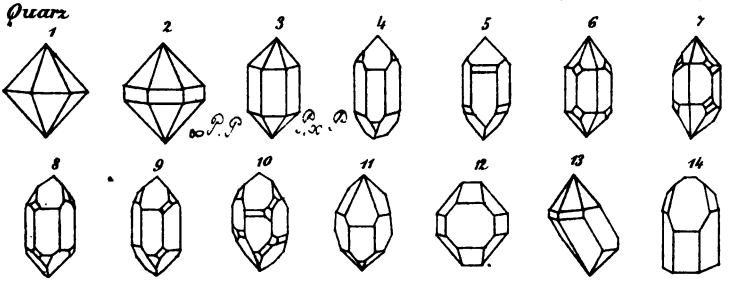
Gelbbleierz



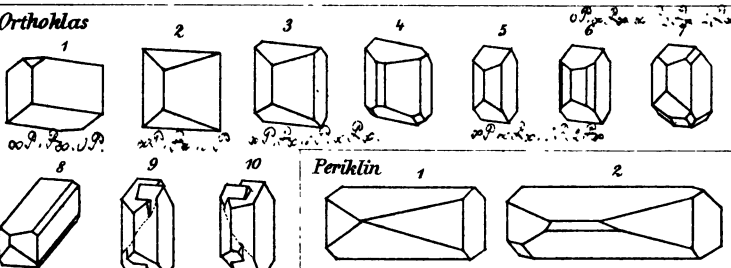
Wolframerz



Quarz

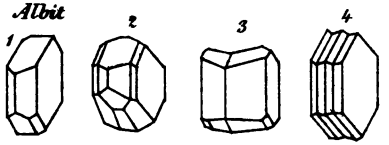


Orthoklas



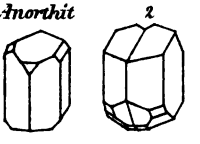
Periklin

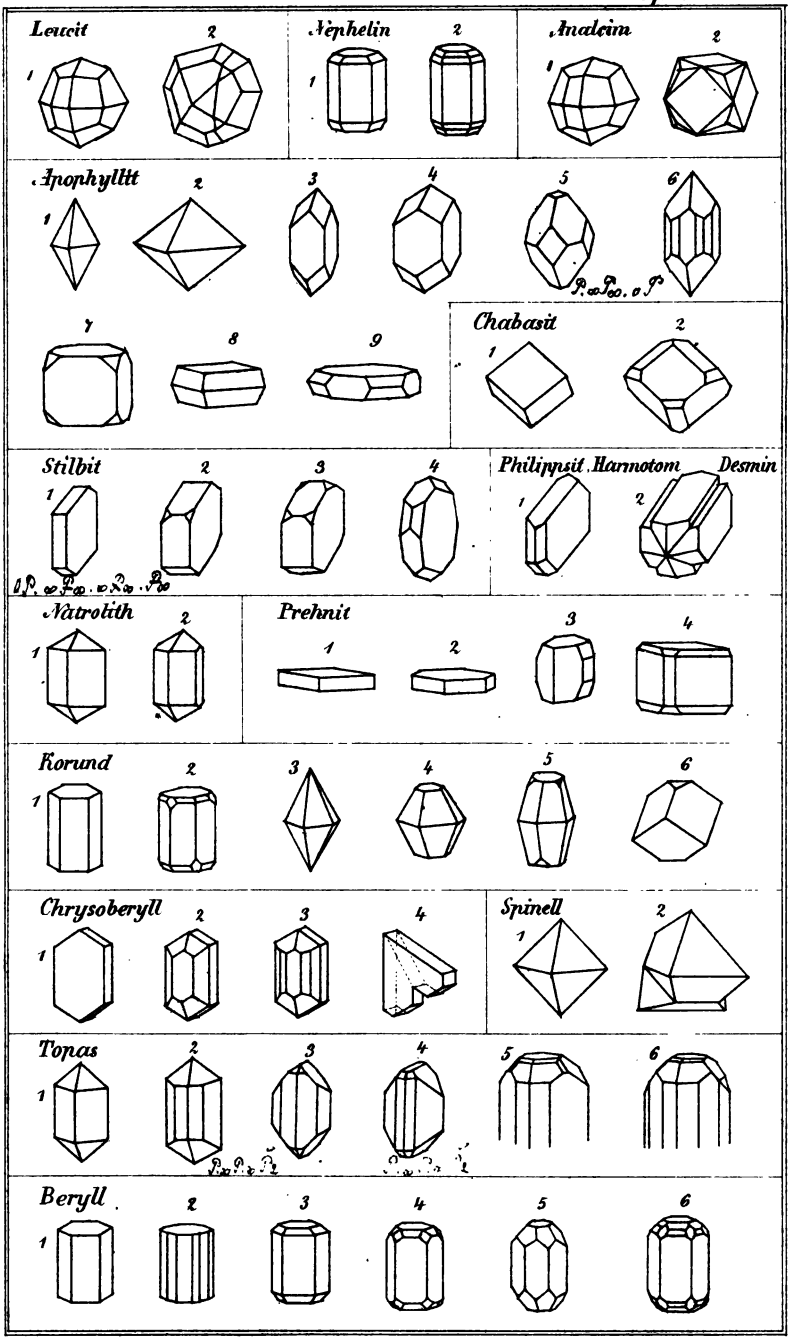
Albit

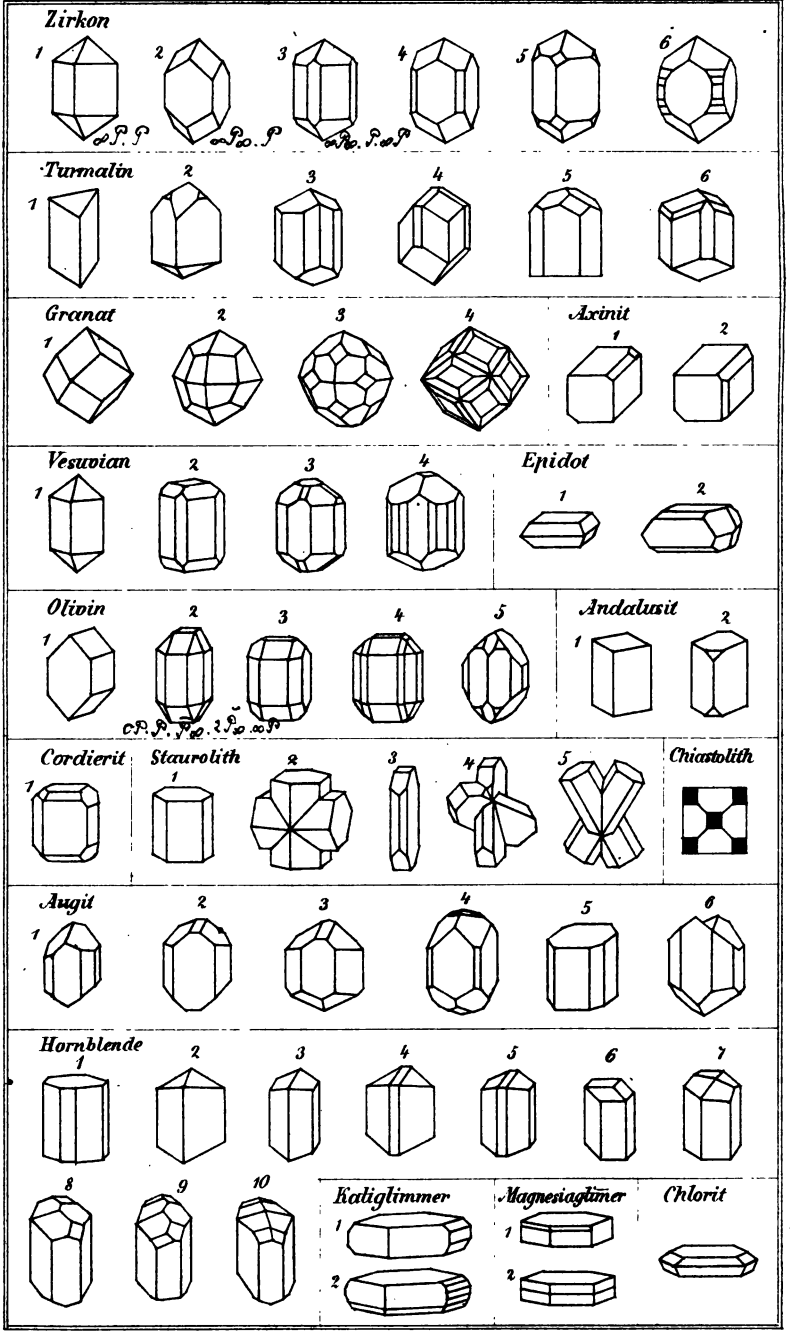


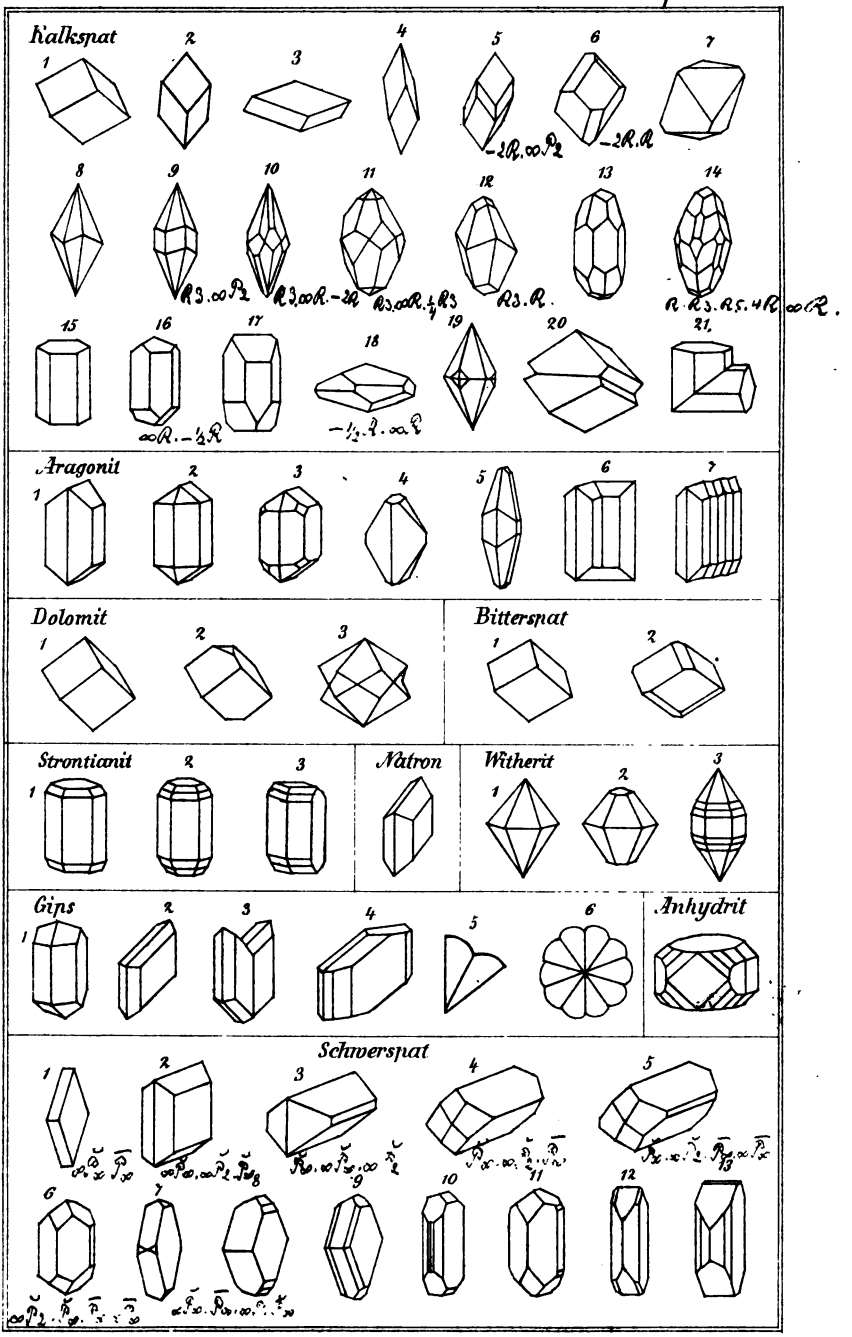
Oligoklas

Anorthit

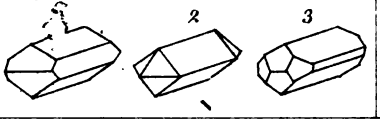



Leucit
Nephelin
Analcim
Apophyllit
Chabasit
Stilbit
Philippsit
Harmotom
Desmin
Natrolith
Prehnit
Korund
Chrysoberyll
Spinell
Topas
Beryll

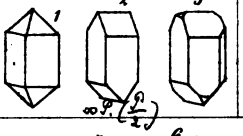

Zirkon
1
2
3
4
5
6
Turmalin
1
2
3
4
5
6
Granat
1
2
3
4
Axinit
1
2
Vesuvian
1
2
3
4
Epidot
1
2
Olivin
1
2
3
4
5
Andalusit
1
2
Cordierit
1
Staurolith
1
2
3
4
5
Chiastolith
Augit
1
2
3
4
5
6
Hornblende
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
Kaliglimmer
1
2
Magnesiaglimmer
1
2
Chlorit


Kalkspat
1
2
3
4
5
6
7
-2R.∞P2
-2R.R
8
9
10
11
12
13
14
R3.∞P2
R3.∞R.-2R
R3.∞R.¼R3
R3.R.
R.R3.R5.4R
∞R.
15
16
17
18
19
20
21
∞R.-½R
-½.2.∞P2
Aragonit
1
2
3
4
5
6
7
Dolomit
1
2
3
Bitterspat
1
2
Strontianit
1
2
3
Natron
Witherit
1
2
3
Gips
1
2
3
4
5
6
Anhydrit
Schwerspat
1
2
3
4
5
6
7
10
11
12

Cölestin



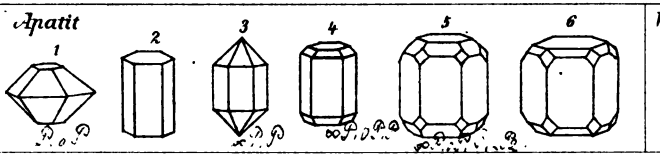
Bittersalz



Glaubersalz

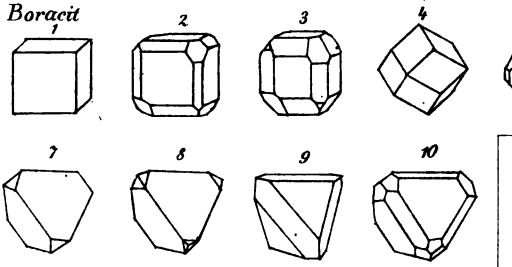
Alaun

Apatit

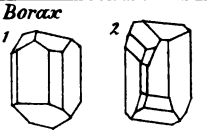


Wavellit

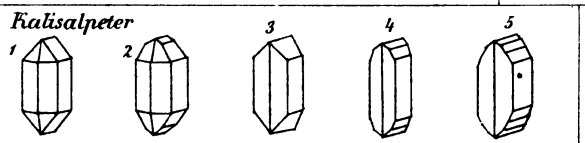
Boracit



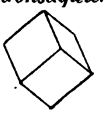
Borax



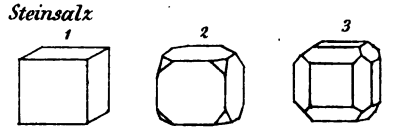
Kalisalpeter



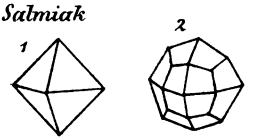
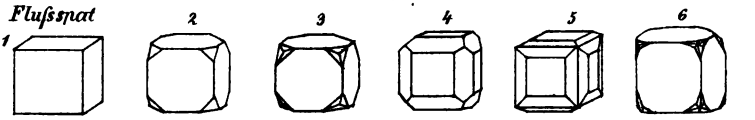
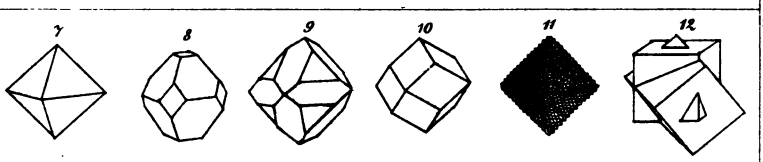
Natronsalpeter



Steinsalz



Salmiak



Flußspat